

PROGRAMA DE DOCTORADO
DESARROLLO SOSTENIBLE CONSERVATIVO DE BOSQUES TROPICALES
MANEJO FORESTAL Y TURÍSTICO

Universidad de Alicante
España



Universidad de Pinar del Río
Cuba



Título: Propuesta para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland con objetivo protector en diferentes condiciones ecológicas del río Cuyagüateje, Pinar del Río.

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
ECOLÓGICAS

Autor: Ing. Elsa María Cordero Miranda

Directores: Dr. Arnaldo Álvarez Brito, IIF

Dr. Yudel García Quintana, Universidad Pinar del Río.

Pinar del Río, 2010.

Dedico todo mi trabajo y cada uno de mis esfuerzos a toda mi familia, pues sin el apoyo de ellos, inspirar y espirar el aire de cada día, sería imposible...

Agradecimientos

De manera muy especial hago énfasis en el eslabón principal, o el motor impulsor en mi andar (MI FAMILIA); Mi madre Elsa Miranda la reina de mi vida, a mi rey Mario Cordero, mi luz y fuente de calor Yoslaidy Cordero Miranda y Alain Aguilera Cordero; a mi amigo incondicional y motivador Javier Barrios Caballero. Además a toda esa familia de sangre y no de sangre que han puesto su granito de arena para hacer cada uno de mis sueños realidad.

Agradezco de todo corazón a mi compañero Alexander por haberme dado el apoyo para culminar este doctorado.

Agradezco de todo corazón a la institución por haberme dado la posibilidad de realizar este doctorado.

Agradezco de manera muy especial a Yudel García Quintana pues con su apoyo incondicional sin medir hora, día, ni lugar me ayudo a vencer esta tarea, a Iris Castillo y Antonio Escarré Estévez por todo su apoyo, comprensión y por todos sus conocimientos.

A mis directores de tesis Dr. Yudel García Quintana, Dr. Arnaldo Álvarez Brito y mi tutor Dr. Antonio Escarré Estévez.

Al Dr. Alberto Vidal Corona por facilitarme la realización del doctorado, y a todo el personal de la institución que de una manera u otra me han ayudado en dicho proyecto.

Quiero dar gracias a los compañeros a Katia y Pablo que me apoyaron por la parte informática, a todo el personal que me apoyó con el transporte Armando Sánchez, Mario Cordero, Pedro Fagundo, Yandry, Pedro y otros compañeros.

Compañeros de la Empresa Forestal Macurije Vicente Sordo, el informático y en especial a José René y Mario.

A los compañeros Isabel y Pedro de la Facultad de Ciencias Médicas de Pinar del Río.

A todos mis amigos y compañeros que siempre me han apoyado y han estado pendiente de la evolución de este trabajo, en especial a Yarelys, Titico, Isaac, Sobeida, Maritza García, Yasiel, Yudemir, Reynier, Orlando, Humberto, Celia, Julio Joan, Lorenzo, Ihosvany, Juan Miguel Montalvo, Miguel Álvarez, Miguel B., Yosniel,

Henry, Osiris, Idalmis, Beatriz, José Márquez, Bravo, Hilda, Renda, Baby, Mary, Martha J., Rolando P., Valle, Juan Manuel, Katia, Maria A, Haydee, Digna, Calzadilla, Carmen , Hailett, Ivianne, Orlidia, Fernando, Idalberto, Leo. En fin a todos los trabajadores del IIF.

A los compañeros de la Delegación de la Agricultura, a Pedro Pablo del Departamento de Ordenación Forestal y al SEF de Guane.

A la Universidad de Pinar del Río y Universidad de Alicante por brindarme esta posibilidad y por todo el apoyo recibido y dedicación para la culminación de este trabajo.

Gracias le doy al compañero Ynocente Betancourt, Rogelio Sotolongo y a los demás compañeros del Departamento Forestal y CEMARNA de la Universidad de Pinar del Río.

A todos aquellos que con esmero me han ayudado en la culminación de esta tesis.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

Resumen

En este trabajo se elaboró una metodología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en diferentes condiciones ecológicas a lo largo del río Cuyagüateje (Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira). Para ello se realizaron estudios de autoecología y estado actual de las plantaciones protectoras de la especie, y además, se identificaron los criterios e indicadores a nivel de especie como herramienta fundamental para evaluar el manejo. Los resultados indicaron que la especie retiene la arcilla y el limo en mayor cantidad, lo cual proporciona al suelo una alta capacidad de almacenamiento de elementos nutritivos en forma asimilable facilitando una alta acumulación de agua. Se presentan notables diferencias en las curvas de saturación de CO₂ y luz, favorables tasas de transpiración y fotosíntesis. Se presentan además diferencias en las épocas estacionales en las medidas de potenciales hídricos, obteniendo los menos negativos en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo). Las causas fundamentales del deterioro de los plantones han sido “las prácticas de manejo”, “paso de los huracanes”, “prácticas de silvopastoreo” y “talas furtivas”. El conjunto base de criterios e indicadores identificados permitió la definición y valoración de prácticas apropiadas, además de ofrecernos información del estado del ecosistema. La propuesta metodológica garantiza las bases para fortalecer el manejo y protección de las plantaciones de la especie *Bambusa vulgaris*.

INDICE		Pág.
	Introducción	1
1	Contexto actual del manejo de las plantaciones protectoras de <i>Bambusa vulgaris</i> .	5
1.1	Situación mundial de los bosques y el patrimonio forestal de Cuba.	5
1.2	El manejo forestal sostenible y los criterios e indicadores. La situación de Cuba.	7
1.3	Características generales del género <i>Bambusa</i> y los bambúes arborescentes en Cuba.	11
1.3.1	Género <i>Bambusa</i> .	11
1.3.2	Bambúes arborescentes en Cuba.	13
1.3.2.1	Morfología.	13
1.3.2.2	Ecología.	15
1.3.2.3	Propagación gámica y agámica.	16
1.3.2.4	Reforestación	19
1.3.3	La especie <i>Bambusa vulgaris</i> .	20
1.3.3.1	Características botánicas.	20
1.3.3.2	Área de distribución natural y de naturalización.	20
1.3.3.3	Clima.	21
1.3.3.4	Suelos y topografía.	21
1.3.3.5	Cobertura forestal asociada.	21
1.3.3.6	Reproducción y crecimiento inicial.	22
1.3.3.7	Usos mundiales y en Cuba.	27
1.4	Características generales de Cuba.	30
1.4.1	Características físico-geográficas	30
1.4.2	Principales aspectos edafo-climáticos del país.	30
1.4.2.1	Factores climáticos.	31
1.4.2.2	Factores edáficos.	32
1.5	Características generales de Pinar del Río y de Guane.	34
1.5.1	Pinar del Río.	34
1.5.2	Guane.	34
1.6	La cuenca del río Cuyagüateje.	36
2	Autoecología de la especie <i>Bambusa vulgaris</i> .	39
2.1	Introducción.	39
2.2	Materiales y Métodos	48
2.2.1	Ubicación geográfica de los sitios de estudio.	48
2.2.2	Procedimiento para la caracterización edafoclimática.	49
2.2.2.1	Datos de clima.	49
2.2.2.2	Propiedades físicas más importantes del suelo.	50

2.2.2.2.1	Toma de muestra de suelos, método de análisis de laboratorio y diseño experimental.	50
2.2.3	Medidas de intercambio gaseoso en la especie.	51
2.2.4	Medidas de Potencial hídrico.	52
2.2.5	Medidas de Transpiración.	53
2.2.6	Determinación del contenido de nitrógeno y carbono total en las plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> .	54
2.2.7	Determinación de los elementos minerales esenciales.	55
2.2.8	Procesamiento estadístico.	55
2.3	Resultados y discusión.	57
2.3.1	Caracterización de algunas propiedades importantes del suelo y composición mecánica por sitios.	57
2.3.2	Medidas de intercambio gaseoso en la especie.	61
2.3.2.1	Curvas de saturación CO ₂ . Estudio de caso, Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, municipio Guane.	61
2.3.2.2	Curvas de luz. Estudio de caso, Asentamiento humano rural concentrado La Güira, municipio Guane.	62
2.3.2.3	Curvas de fotosíntesis de evolución en el tiempo. Estudio de caso, Consejo Popular Los Portales.	64
2.3.3	Potencial hídrico.	66
2.3.4	Transpiración.	68
2.3.4.1	Curvas de pérdidas de peso.	68
2.3.4.2	Valores medios de transpiración.	69
2.3.5	Porcentajes de carbono y nitrógeno en las plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> .	70
2.3.6	Análisis de elementos minerales en hojas.	72
2.3.7	Agrupamiento general de las variables de autoecología de la especie.	74
2.4	Conclusiones.	75
3.	Estado actual de las plantaciones protectoras de <i>Bambusa vulgaris</i> en diferentes condiciones ecológicas.	76
3.1	Introducción	76
3.2	Materiales y métodos.	82
3.2.1	Toma de información sobre dinámica de plantaciones de la especie.	82
3.2.2	Toma de muestras y metodología utilizada para inventario y cálculo del biovolumen.	82
3.2.3	Metodología para la evaluación del estado actual de conservación de las plantaciones de la especie.	84

3.2.4	Aplicación de los instrumentos para la recopilación de la información sobre las causas del deterioro de las plantaciones protectoras.	86
3.2.5	Procesamiento estadístico.	87
3.3	Resultados y discusión.	87
3.3.1	Dinámica de plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> .	87
3.3.2	Resultados del inventario en las plantaciones de la especie.	88
3.3.3	Análisis del biovolumen de la <i>Bambusa vulgaris</i> y efecto de los huracanes sobre las plantaciones.	93
3.3.4	Estado actual de conservación de los sitios donde se encuentra la especie.	96
3.3.4.1	Evaluación del estado de amenaza de la especie.	96
3.3.4.2	Causas que originan el estado de amenaza para la especie.	100
3.4	Conclusiones	104
4.	Propuesta para el manejo sostenible de <i>Bambusa vulgaris</i> .	105
4.1	Introducción.	105
4.2	Materiales y Métodos.	114
4.2.1	Protocolo de investigación.	114
4.2.1.1	Definición de la composición del grupo para la identificación de C e I.	114
4.2.1.2	Selección y descripción de los sitios para el trabajo con C e I.	115
4.2.1.3	Identificación y evaluación de los C e I.	115
4.2.1.4	Procedimiento utilizado para la elaboración de la propuesta tecnológica para el manejo de la especie.	118
4.2.2	Procesamiento estadístico.	118
4.3	Resultados y discusión.	119
4.3.1	Identificación de criterios e indicadores previos a la prueba de campo.	119
4.3.2	Resultados de los criterios e indicadores de la prueba de campo (Análisis II).	119
4.3.3	Selección del conjunto principal por los expertos.	122
4.3.4	Evaluación de los criterios e indicadores de Manejo forestal sostenible para la especie <i>Bambusa vulgaris</i> .	126
4.3.5	Propuesta de manejo para la especie.	130
4.4	Conclusiones	137
5.	Conclusiones generales	138
	Recomendaciones	139
	Bibliografía	140
	Anexos	

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La conservación y utilización racional de los recursos forestales constituye un importante desafío de carácter global, por cuanto conseguir un adecuado equilibrio entre la utilización y conservación de estos recursos representa un aspecto crucial para el desarrollo (Gutiérrez, 2003). La evolución del manejo sostenible en el curso del decenio pasado se enfocó hacia el progreso realizado en dirección del manejo sostenible de los bosques (FAO, 2000). El manejo sostenible consiste en promover al uso eficiente de los múltiples productos y servicios del bosque para asegurar la viabilidad económica y una gama amplia de beneficios ambientales y sociales (CATIE, 1999). Este va encaminado a equilibrar los objetivos ambientales, socioculturales y económicos del manejo de acuerdo con los principios forestales (FAO, 2000 y FAO, 2002).

El manejo forestal sostenible tiene gran importancia para la Silvicultura, pues favorece la conservación del equilibrio de los ecosistemas obteniendo aumentos considerables en la producción forestal. A nivel mundial se han implementado los criterios e indicadores, los cuales son considerados como herramientas para alcanzar el manejo forestal sostenible, aunque no sólo se pueden utilizar para definir y evaluar una práctica adecuada, sino también para conocer el estado en que se encuentra el ecosistema y los beneficios sociales que se generan (Herrero, 2000). En Cuba, se han realizado esfuerzos en este sentido, realizando investigaciones a través del Programa de Acción Forestal en los Trópicos y la Certificación y definición de Criterios e Indicadores para el manejo sostenible a nivel de Unidad de Manejo (Herrero, 2000). La formulación de los Criterios e Indicadores permite evaluar la sostenibilidad del manejo forestal a nivel nacional y local, pudiendo ser extendido hasta el nivel de especie.

Los bambúes son especies de gran importancia y utilidad práctica, aunque han sido objeto de gran explotación en su hábitat natural (Bisse, 1988; Sastry, 2001). En nuestro país no ha existido un manejo apropiado para estos hasta el surgimiento del Grupo Nacional del Bambú en el año 1989 por el Instituto de Investigaciones Forestales, el cual ha venido desarrollando trabajos investigativos con diferentes especies de bambú y aportando varios resultados a la práctica productiva.

Dentro de estos se encuentra *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland perteneciente a la familia *Poaceae*, subfamilia *Bambusoideae* (Widmer, 1990; Londoño, 2004), género *Bambusa* (Wong, 1995; Londoño, 2004), conocida en el mundo como Bambú común (Inglaterra); Bambú imperial (Brasil); Bambú amarillo (Colombia) (Dransfield y Widjaja, 1995) y Caña brava (Cuba). Su área de distribución se encuentra en el sur de Asia cultivada por muchos siglos (Bennet, 1990; Dransfield y Widjaja, 1995). *Bambusa vulgaris* es bien conocida en el mundo, bastante extendida y bien adaptada a las condiciones del Caribe incluyendo a Cuba, donde se encuentra a todo lo largo y ancho del territorio nacional, creciendo generalmente cerca de las orillas de los ríos, arroyos, lagunas y cañadas en forma de plantones aislados (Betancourt, 2003; Álvarez *et al.*, 2003). Muy temprano fue introducida en Cuba y en la actualidad, está completamente naturalizada, sobre todo en las zonas montañosas (Bisse, 1988).

En Cuba la especie se pueden encontrar en áreas con una precipitación anual de 1000mm (CITMA, 2003). El bambú común crece mejor en suelos continuamente húmedos y bien drenados, pero puede soportar las inundaciones de corta duración (Hassan *et al.*, 1988) o niveles de agua subterránea a 30cm de la superficie (McClure, 1966). Las arcillas o suelos arcillosos densos son más apropiados para el bambú común que los suelos arenosos, porque aquellos retienen más humedad durante los períodos secos y requieren de menos irrigación durante la fase de establecimiento (Khan, 1972).

La especie tiene función protectora, siendo esta, una de las más importantes aunque debe estar sustentada con el buen manejo de la misma (Ávila *et al.*, 1979; Dransfield y Widjaja, 1995). Además de estos aspectos, es importante destacar que esta especie fue seleccionada para el estudio debido a que dentro del género *Bambusa* esta es la que presenta mayor área de distribución, y en particular en el río Cuyagüateje debido a que es una de las especies fundamentales que se utilizan para la reforestación de la cuenca por sus propias características y además es vulnerable a la acción antrópica, debido a que los campesinos la utilizan desmedidamente para diferentes usos.

En las márgenes del río Cuyagüateje las plantaciones de *Bambusa vulgaris* se encuentran afectadas por las talas indiscriminadas, el empleo de labores agrícolas en las márgenes del río, las cañadas y arroyos, el pastoreo de cerdos, cabras y otros animales, las intensas lluvias y las temporadas ciclónicas, que producen crecidas del río, provocando un aumento de la erosión del suelo y mayor número de cárcavas en sus márgenes. Estos factores han provocado que muchos plantones se quiebren y se sequen, lo cual agudiza la deforestación en las márgenes del río principal y sus afluentes, llevando consigo la degradación de los suelos. Todos estos elementos permitieron identificar el siguiente problema:

Problema:

Las plantaciones de *Bambusa vulgaris*, en la cuenca del río Cuyagüateje carecen de un manejo que le permita ejercer sus funciones en las márgenes del río.

Objeto:

Manejo de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

Hipótesis:

La propuesta para el manejo sostenible de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*, basada en la caracterización de los atributos de autoecología de la especie, estado actual, y la identificación de los criterios e indicadores, permitirá mitigar los problemas que presentan estos recursos en las condiciones ecológicas de la cuenca del río Cuyagüateje.

Objetivo general:

Elaborar una metodología para el manejo sostenible de la especie *Bambusa vulgaris* en diferentes condiciones ecológicas a lo largo del río Cuyagüateje.

Objetivos específicos:

- Caracterizar los atributos de autoecología de la especie *Bambusa vulgaris* en diferentes condiciones ecológicas.
- Caracterizar el estado actual de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.
- Identificar los criterios e indicadores para el manejo sostenible de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

Novedad científica:

Por primera vez en Cuba se elabora una propuesta de manejo sostenible de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*, además se identifican los criterios e indicadores de manejo sostenible a nivel de especie.

Aporte teórico:

Metodología para el manejo sostenible de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

Aporte práctico:

Dotar a las Empresas Forestales Integrales del país de un método que les permita manejar adecuadamente las plantaciones de *Bambusa vulgaris* con objetivo protector.

Para el logro de estos resultados, esta tesis doctoral se ha estructurado de la siguiente manera:

Introducción.

Capítulo 1. Contexto actual del manejo de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris*.

Capítulo 2. Autoecología de la especie *Bambusa vulgaris*.

Capítulo 3. Estado actual de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* en diferentes condiciones ecológicas.

Capítulo 4. Manejo sostenible de *Bambusa vulgaris*.

Conclusiones generales.

CAPÍTULO I

Capítulo 1. Contexto actual del manejo de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris*.

1.1 Situación mundial de los bosques y el patrimonio forestal de Cuba.

En los últimos años el sector forestal ha sufrido cambios fundamentales en gran parte como consecuencia de reestructuraciones institucionales en los sistemas de propiedad y del mayor reconocimiento de beneficios múltiples que ofrecen los bosques, se prevé que para el año 2050, el 40% de los bosques mundiales estarán administrado o serán poseídos por comunidades e individuos (FAO, 2003).

Según FAO (2009), la situación de los bosques en el mundo se comporta de la siguiente manera: El continente Africano presenta 635 millones de ha de bosques representando el 21,4% de su superficie terrestre. África abarca tan sólo el 16% de la superficie forestal mundial. La región de Asia y el Pacífico posee el 18,6% de la superficie forestal mundial, repartida en una gran variedad de ecosistemas, como bosques tropicales, bosques templados, manglares costeros, montañas y desiertos. Europa, posee un 17% de la superficie de tierra global, pero cuenta con una cuarta parte de los recursos forestales mundiales, aproximadamente 1 000 millones de ha, el 81% de las cuales se encuentran en la Federación de Rusia. La región de América Latina y el Caribe contiene el 22% de la superficie forestal mundial, el 14% de la superficie de tierra global. En la región de América del Norte abarca el 17% de la superficie forestal global (677 millones de ha), aproximadamente una tercera parte del territorio regional está cubierto de bosques. La región de Asia occidental y central, es la que presenta menor superficie de bosques del mundo, con tan sólo un 4% de cubierta forestal, lo cual representa el 1,1% de la superficie forestal mundial. También la FAO (2009), refiere que la superficie de plantación forestal mundial alcanza los 140,8 millones de ha.

Se plantea que gran parte de las materias primas proceden de los bosques plantados. Las vastas zonas de tierras forestales degradadas en los trópicos proporcionan grandes posibilidades de incrementar el área plantada, con posibles beneficios para el sector de la elaboración maderera y oportunidades de capturar los fondos de nuevos mercados de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007). La aplicación de una ordenación forestal sostenible que tenga en cuenta las funciones

económicas, sociales y ambientales de los bosques es importante para garantizar el equilibrio entre los objetivos de producción y conservación. La conservación de las funciones ecosistémicas fundamentales es un pilar principal de la ordenación forestal sostenible (FAO, 2009).

El territorio cubano, por las características de su flora, constituye una provincia geobotánica. Del total de especies que forman la flora natural el país tiene (más de seis mil), el 51% es endémica, lo que implica que Cuba es el principal centro de especiación de las Antillas debido al tamaño de la Isla y al aislamiento geológico acontecido desde principios del Periodo Terciario. En el país aparecen 33 áreas de alto endemismo (CITMA-CIGEA, 1998).

Los recursos filogenéticos presentes en la flora silvestre cubana son diversos y numerosos. La flora forestal autóctona está compuesta por 627 especies arbóreas pertenecientes a 243 géneros, a los cuales pueden añadirse otras 18 especies de 13 géneros que se consideran naturalizados en el país, para un total general de 645 especies distribuidas en 256 géneros (CITMA-CIGEA, 1998).

Báez y Diago (1998), refieren que alrededor del 37% de las áreas del patrimonio forestal se encuentran situadas en regiones montañosas cuyas alturas oscilan entre 300 y 1 970 msnm. Herrero (2006), plantea que los bosques naturales cubanos se clasifican en 16 formaciones forestales, y dentro de ellas las fundamentales son los manglares, el pinar y el bosque semicaducifolio.

Al término del año 2007 la superficie terrestre de la República de Cuba comprendía 10 675,9Mha (ONE, 2007) y de ellas 3 730,0Mha correspondían al patrimonio forestal de la nación (MINAG, 2008), lo que representaba un 34,7% de las tierras del país y convertía a la actividad forestal en el sector económico cubano de mayor extensión superficial.

El tercer objetivo del Programa de Desarrollo Forestal 2005-2015 del Grupo Empresarial Agricultura de Montaña (GEAM, 2005) plantea alcanzar el 29,3% de área cubierta en el 2015 (MINAG, 2006) (Linares *et al.*, 2007).

Al concluir el 2008 la República de Cuba tenía cubierta de bosques ya establecidos (naturales y plantaciones) un 25,3% de su superficie total (lo que equivale al 25,7%

de la superficie total), restando por (re)forestar 3,3% de la superficie total del país (MINAG, 2009).

La situación de los bosques en Cuba y el mundo ha sido un tema de gran interés y discutido en diferentes escenarios tanto a nivel nacional como internacional, debido fundamentalmente a las tasas de deforestación que se presentan, existiendo en la actualidad cambios cualitativos con una buena proyección en este sentido. Cuba, en particular tiene enmarcada dentro de las perspectivas de su política forestal cambios significativos en cuanto a la reforestación y mejoramiento de los bosques, destacando la actuación de la especie *Bambusa vulgaris* en la reforestación de las fajas hidroreguladoras.

1.2 El manejo forestal sostenible y los criterios e indicadores. La situación de Cuba.

La evolución del manejo forestal ha estimulado cambios en la política forestal y en la legislación, así como en las prácticas de manejo forestal y la participación pública en el mismo aumentó en muchos países. Enfoques más amplios de manejo forestal, tales como el manejo de ecosistemas, han sido cada vez más aceptados y están siendo ejecutados ampliamente. Estos enfoques reconocen el dinamismo de los sistemas ecológicos y sociales, los beneficios del manejo adaptable, así como la importancia que tiene la toma de decisiones a través de la colaboración (FAO, 2000).

Constituye un reto para todos los ingenieros forestales en el mundo lograr evitar la explotación innecesaria de bosques para cualquier fin, revertiendo estas inadecuadas acciones para lograr un efectivo sistema de manejo. Aunque tenemos mucho por conocer sobre el manejo sostenible de bosques, estamos al corriente con conocimientos que permiten tener resultados satisfactorios para comenzar con este cambio cultural. La importancia de realizar aprovechamiento en los momentos que se requiera es una idea lo suficientemente clara, que no debe equivocarse en el proceso de difundirlo a la humanidad.

Desde 1975, se trabaja en un inventario forestal nacional, el cual es la base para un sistema de manejo forestal coherente e incorpora todos los niveles administrativos y

cubre todos los aspectos sobre el manejo, utilización y conservación de los recursos forestales. Sin dudas, las limitaciones económicas del país han atrasado estos trabajos debido a la falta de recursos materiales y financieros. Entre 1993 y 1995 se sembraron 25 000ha de franjas hidrorreguladoras en embalses, micropresas o en planes de manejo integral de cuencas hidrográficas. De igual forma, la protección y el manejo sostenible de los ecosistemas frágiles es un elemento principal en la política forestal del país (Planos *et al.*, 1995).

La razón de ser de los bosques protectores es la protección al objeto que se propone conservar, por lo tanto, cualquier plan de manejo debe contemplar, en primer lugar, el respeto a la condición protectora del bosque y, como cuestión secundaria, los beneficios económicos que puedan derivarse de la extracción de sus productos directos. Las atenciones culturales no deben alterar la estética ni producir un cambio violento en el medio ecológico del lugar tratado (Ávila *et al.*, 1979).

La eficiencia del manejo forestal puede mejorar al aceptar los planes de manejo como herramientas provisorias y orientadoras; al permitir a las empresas continuar sus actividades de producción, pero fijando un plazo máximo prudente para entregar planes de manejo bien fundados, plazo durante el cual podrán cortar una cantidad estimada dentro de los criterios de manejo sostenible y con el debido control; al obligar a aprovechar todo el volumen comercial y no sólo el de ciertas especies, como una forma de diversificar la producción, extraer más volumen/ha y así afectar menos superficie; al simplificar la estructura de los planes de manejo y permitiendo a los profesionales forestales aplicar su propio criterio técnico; al lograr que las empresas diversifiquen la producción agregando al paquete de productos una mayor gama de bienes y servicios, incluyendo gestión comercial de áreas protegidas, de reservas forestales, de parques nacionales, de fauna y flora, del turismo ecológico, entre otros (Camino, 1997).

Una condición básica para el manejo forestal es que el bosque no sea convertido a otros usos. El área a manejar debe ser asignada, por decisión de los propietarios, para cobertura forestal permanente y ser manejada de acuerdo con ello. Una vez asignado un territorio para el manejo forestal, es necesario realizar una

planificación, acorde con las necesidades y las capacidades del dueño y con los objetivos de manejo que se planteen. Los objetivos de manejo no deberían ser extraer lo más pronto posible toda la madera valiosa en dimensiones comerciales. Podrían ser, primero, conservar la cobertura forestal natural y consecuentemente sus funciones de conservación, protección y producción; y segundo, dentro del contexto del primero, mantener o aumentar el rendimiento de madera para aserrío cosechada en árboles de 50cm a 60cm o más de diámetro a la altura del pecho. En un mundo incierto, los objetivos de manejo no deben inscribirse en mármol, sino que su revisión periódica debe programarse en el plan de manejo (CATIE, 1995).

Definidos los objetivos de manejo, se prepara un plan orientado hacia dichos objetivos. Por lo general, los planes de manejo se preparan según los requerimientos del estado, los que no siempre son compatibles con la meta del manejo sostenible. Una herramienta fundamental en la planificación de manejo de un bosque es la ordenación del mismo, de acuerdo con los objetivos planteados para su manejo. La ordenación, en términos generales, determina cuánta madera se extrae, de cual área del bosque y cuándo. Así, para avanzar hacia un manejo verdaderamente sostenible de los bosques, se deben reconciliar los diferentes intereses y adoptar una visión global de la sostenibilidad del ecosistema entero y todos sus productos, tanto maderables como no maderables, y todos sus servicios, como conservación, protección y recreación, que el bosque brinda. En otras palabras, el manejo debe ser para usos y objetivos múltiples, un manejo multirecurso (Behan, 1990).

El manejo forestal es un aspecto de relevancia y actualidad, el cual debe ser considerado como un proceso racional de aprovechamiento del bosque que facilita la producción sostenible de bienes y servicios, donde se reduce la presión de los recursos e implica un manejo prudente y planificado del mismo. Este pudiera verse limitado por factores biológicos, técnicos y económicos.

Según Lammerts van Bueren y Blom (1997), en los últimos años han surgido propuestas de parámetros para evaluar la calidad y la sostenibilidad del manejo forestal global, regional, nacional y de las unidades de manejo. Atendiendo a estas proyecciones, se han desarrollado estándares para alcanzar el anhelado manejo

forestal sostenible, donde se incluyen criterios e indicadores y, en algunos casos, verificadores que resultan muy útiles para promover el manejo forestal sostenible y su evaluación, control y monitoreo.

El concepto de criterios e indicadores que fue diseñado para ser utilizado en la evaluación de la sostenibilidad del manejo forestal ha estado desarrollándose desde 1995 cuando este aspecto ganó reconocimiento por el Panel Intergubernamental de los Bosques (PIB). Numerosas instituciones internacionales han desarrollado lineamientos y criterios e indicadores para el manejo sostenible de los bosques. Por ejemplo, Organización Internacional de Madera Tropical (ITTO) preparó criterios para la evaluación del manejo sostenible del bosque tropical (manejo forestal sostenible) MSF (ITTO, 1993). El Fondo Mundial por la naturaleza (WWF) y la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN) desarrollan lineamientos para las plantaciones de madera, los aspectos medioambientales, sociales y culturales relacionados con la forestación comercial (WWF y IUCN, 1997). El Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR) ha desarrollado un proceso genérico para el desarrollo y evaluación de criterios e indicadores para bosques naturales (Prabhu *et al.*, 1999).

Los criterios e indicadores proporcionan un medio para medir, evaluar, vigilar y demostrar el progreso alcanzado respecto a la sostenibilidad del manejo forestal en un país dado en un área específica de bosque durante un período de tiempo dado (FAO, 2000). Los mismos constituyen una herramienta viable para que las Empresas Forestales Integrales puedan medir anualmente la eficiencia en las actividades de manejo y de esta manera tomar decisiones tanto en los aspectos socioeconómicos, ecológicos y propiamente en el manejo de las especies, resulta además una vía para evaluar el comportamiento en los diferentes niveles de producción, así como el potencial de la especie.

Sobre la base de los criterios e indicadores definidos a escala nacional, se ha iniciado este proceso a nivel de Unidades de Manejo, para lo cual el primer paso consistió en efectuar seminarios y talleres con especialistas y funcionarios de todos los organismos y entidades vinculados con la actividad forestal en cada una de las provincias. Posteriormente, se procedió a dividir el territorio en unidades de manejo

(U/M), tarea que han concluido ya numerosos territorios. Cabe mencionar en este sentido el trabajo que han desarrollado las provincias de Pinar del Río, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Granma y Santiago de Cuba (Herrero, 2000).

1.3. Características generales del género *Bambusa* y los bambúes arborescentes en Cuba.

1.3.1 Género *Bambusa*.

El bambú es una de las asociaciones gregarias que se dan en el bosque mesofítico caducifolio y en el xerofítico caducifolio, así como en el húmedo siempre verde (FAO, 1959). Se utiliza en la construcción de viviendas, puentes y muebles; en la fabricación de cañas de pescar, tuberías para la conducción de aguas, armas, cestos, sacos, tejidos y papel; y en las estructuras de cemento como armadura de refuerzo (Huberman, 1959). Se ha constatado que los mismos presentan una gran diversidad de usos y además de los reportados en la literatura los pobladores lo utilizan como ceniceros, portarretratos, envase para la siembra de posturas ornamentales, adornos, sonajeros y construcción de kioscos para actividades festivas.

Todos los continentes, excepto Europa, cuentan con bambúes indígenas. Los 60 géneros de *Bambuseae* que comprenden más de 500 especies, pertenecen todos a la familia de las gramíneas, como el maíz, trigo, cebada, avena, etc. Son plantas leñosas, cuya altura varía entre 15cm y más de 30m en su madurez. Se desarrollan sobre todo en los trópicos y en los climas suaves, aunque ciertas especies se dan naturalmente en China, Japón, Chile y los Estados Unidos en ambiente templado. El género *Bambusa* posee el mayor número de especies, casi todas indígenas de África, la China, la India y Japón (Huberman, 1959).

Good (1953), menciona que a menos que las especies americanas, de taxonomía algo confusa, se relacionen acertadamente con las especies asiáticas de *Bambusa*, solamente el género *Arundinaria*, se encuentra tanto en el nuevo mundo como en el viejo. *Oxytenanthera* se da en África y Asia; *Schizostachyum* en Madagascar, Asia y

algunas de las islas del Pacífico, incluidas las Hawaii, y *Cephalostachyum* y *Ochlandra* en Madagascar y en Asia. Ningún otro género existe en más de un sector de los trópicos, y la distribución de algunos es bastante limitada. Según Huberman (1959), las especies del género *Bambusa* son consideradas indicadoras de diferentes tipos de suelos.

Para Catasús (2003), los bambúes herbáceos son menos y su valor es puramente taxonómico u ornamental. Sin embargo, los leñosos (lignificados) son de gran interés por sus múltiples usos, rápido crecimiento y elevada capacidad de regeneración, pueden agruparse en trepadores o recostados, arbustivos y arborescentes. Los bambúes arborescentes son todos foráneos y de ellos, sólo *Bambusa vulgaris* se encuentra naturalizada a todo lo ancho y largo de Cuba; en poblaciones pequeñas y aisladas. Los caracteres de sus órganos reproductivos son poco conocidos debido a que presentan floraciones gregarias con intervalos de 15 a 120 años y, mayormente, los órganos florales son indispensables para la clasificación botánica, ya que los caracteres vegetativos varían poco entre los diferentes taxones.

Cuba es la isla de las Américas que cuenta con la más rica diversidad de bambúes. En ella se localizan siete géneros y 19 especies de bambúes nativos, así como siete géneros, 22 especies y cuatro variedades exóticas, introducidas a finales del siglo XIX y hasta mediados de XX (Sastry, 2001).

La provincia de Pinar del Río es una de las provincias del país donde el Grupo Nacional del Bambú ejerce gran influencia, pues posee sitios donde se desarrollan los bambúes herbáceos y arborescentes. Dentro de las especies exóticas, las que más se han propagado en la provincia: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, *Bambusa múltiplex* (Lour.) Raeuschel ex J.A. & J.H. Schultes.

1.3.2 Bambúes arborescentes en Cuba.

1.3.2.1 Morfología.

La subfamilia *Bambusoideae* está formada por plantas perennes, rizomatosas, hermafroditas o monoicas (órganos masculinos y femeninos separados en un mismo pie de planta). Sus tallos son lignificados en plantas arbóreas, arbustivas, trepadoras o recostadas, y herbáceos en especies cespitosas.

Los tallos de los bambúes con porte arborescente son conocidos como culmos o cañas, la altura y el diámetro que alcanzan están en dependencia de los diferentes taxones y el tipo de medio en el cual se desarrollan, según sus requerimientos de sustrato, humedad, temperatura, y del trato cultural a que esté sometido el plantón. En su generalidad, son cilíndricos y ramificados, están formados por nudos y entrenudos. Los culmos más robustos alcanzan 30-40m de alto y 15-30cm de diámetro (aunque hay reportes de ejemplares de mayor altura y diámetro). El color es generalmente verde y en algunos casos amarillo, su intensidad y brillo varía con los años (Catasús, 2003).

Los rizomas son culmos subterráneos y pueden ser de tres tipos. Del tipo paquimorfo o simpódico corresponden en su mayoría a especies tropicales y no toleran climas fríos. Se denominan paquimorfo por ser cortos y gruesos (más anchos que largos), con entrenudos asimétricos, sólidos, raíces en su parte inferior y yemas laterales solitarias en forma de domo o semiesfera, las cuales mayormente permanecen en latencia. Estos rizomas crecen horizontalmente cortas distancias y luego el ápice asciende para formar un nuevo culmo, al año siguiente una de las yemas se activa y forma un nuevo rizoma. Este proceso es continuo y el desarrollo es periférico, formándose una gran macolla con un grupo denso de culmos. La iniciación de los culmos, bajo condiciones naturales, se presenta durante el verano o el otoño o al comienzo de la estación lluviosa después del período seco (Londoño, 2004).

El período de crecimiento del culmo, desde el momento en que emerge del suelo hasta adquirir su altura total es de 80 a 110 días en las especies del grupo paquimorfo, aunque generalizan esta etapa hasta casi un año teniendo en cuenta el

desarrollo de la ramificación; inicialmente, entre los 60 y 90cm, el alargamiento es lento y a partir de entonces es que empieza a ganar velocidad. El crecimiento de los culmos de los bambúes es tan rápido, que no existe planta arbórea en la naturaleza que lo iguale. En condiciones normales y en la época de mayor desarrollo el crecimiento promedio en Cuba, en 24 horas, es de 10 a 20cm, y excepcionalmente, hasta 30cm en *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* A. y C. Rivière y *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis, 50cm en *Bambusa bambos* (L.) Voss y 70cm en *Bambusa tulda* Roxburgh. En las especies tropicales el mayor crecimiento diario se logra en horas de la noche. Algunos récords de crecimiento en 24 horas obtenidos en diferentes partes del mundo son: 91,3cm para *Bambusa bambos* (L.) Voss, observado en Kew Gardens, Inglaterra en 1855 (Dransfield y Widjaja, 1995).

El vástago de bambú es poco endurecido y resistente, lo que se emplea en la alimentación humana entre los 10-15 días primeros de vida, siempre que se mantenga cubierto o bajo sombra. A medida que crece y se desarrolla va aumentando gradualmente la xilificación, la cual aumenta tras finalizar la formación de las ramas y alcanza su grado máximo a los tres años de edad, aunque existen excepciones más precoces. Después de transcurrido el período de maduración, durante los 3-6 años, se inicia el proceso de degradación y secado. Los culmos menores de un año mantienen las hojas caulinares y pueden o no haber finalizado la ramificación; el color es mayormente brillante o con una costra cenicienta. Después del primer año y durante el segundo los culmos aun pueden sostener algunas hojas caulinares secas y los entrenudos suelen mantener cierta pubescencia próxima a los nudos; el color es brillante. Al tercer año se han liberado de todas las hojas caulinares, carecen de brillo, y aparecen algunas manchas oscuras y persistentes en los entrenudos que aumentan a partir del cuarto año. Después de los seis años comienzan adquirir un color ligeramente anaranjado hasta tomar un amarillo uniforme. Los nudos dan a los culmos mayor rigidez, flexibilidad y resistencia, son de paredes gruesas y tabicadas. El tejido meristemático presente en los nudos es activado en las yemas y permite que puedan ser útiles como semilla agámica en sustitución de las semillas sexuales, las cuales sólo se presentan tras tardías floraciones y poseen escasa latencia. Los

nudos se agrupan hacia la base del culmo debido al acortamiento de los entrenudos para dar más solidez a la base y un mayor fijamiento al terreno por la emisión de raíces (Catasús, 2003).

Los entrenudos varían de largo según la especie, pero en su generalidad se acortan hacia la base y se alargan considerablemente a pocos o varios metros de la base; pueden ser huecos o macizos. Según la forma del corte transversal son: cilíndricos, acanalados o comprimidos a un mismo lado. El grosor de sus paredes suele ser constante para cada especie en dependencia de la distancia a que se encuentre de la base. Comúnmente, en una misma especie, los ejemplares con entrenudos cortos presentan mayor grosor en las paredes. Las hojas son paralelinervias, frecuentemente reticuladas, y están formadas por: vaina, lígula, pecíolo y limbo o lámina foliar. Cada hoja tiene lugar en un nudo y cubre con su base a la yema, le brinda protección y mantiene la humedad sobre toda la parte meristemática (Dransfield y Widjaja, 1995).

La inflorescencia es muy variada y tienen lugar, según el taxón, en ramas hojosas. La floración gregaria puede durar dos o tres años y trae consigo la muerte de la planta y de toda su línea clonal; en algunas especies, como *Bambusa vulgaris*, se desconoce el ciclo floral y se supone extremadamente largo (Londoño, 2004). En Cuba se reporta la floración del *Dendrocalamus strictus* en los años 2006, 2007 (Betancourt, 2009).

La polinización es principalmente anemófila, y a veces entomófila (Catasús, 2003).

1.3.2.2 Ecología.

Los bambúes arborescentes se encuentran en diferentes tipos de hábitat, preferentemente en suelos fértiles y húmedos, a orillas de ríos y arroyos, aunque algunas especies admiten vivir sobre serpentinitas y calizas, lo que hace imprescindible el estudio del medio ecológico donde se desarrolla cada especie y las diferentes formas de propagación. El promedio mínimo de precipitación anual requerido es de 765mm y el máximo se encuentra en zonas donde la precipitación es mayor de 6 350mm. Los bambúes se encuentran en zonas donde la humedad relativa es mayor al 80% y es uno de los factores determinantes en la distribución de las especies. La mayoría de los bambúes se desarrollan en temperaturas

comprendidas entre los 9°C y los 36°C, sin embargo, existen especies que crecen sobre alturas entre los 1 500m y 3 000m y soportan bajas temperaturas e incluso nevadas (Dransfield y Widjaja, 1995). La mayor parte de los bambúes ocupan terrenos areno-limosos y arcillo-limosos, conformados por aluviales. Generalmente prefieren suelos bien drenados pero algunas especies pueden ocupar sustratos cenagosos o inundados. Las propiedades de los suelos aptos para el cultivo del bambú difieren entre las zonas tropicales y las templadas. En las zonas tropicales las formaciones naturales de bambú se encuentran comúnmente en suelos negros y aluviales y raramente en lateríticos o rojos. Los bambúes son aptos para crecer en pendientes empinadas, pero en su generalidad no gustan de los fuertes rayos de sol aunque hay especies que lo toleran y se adaptan. Frecuentemente crecen en lugares orientados hacia el norte cuando el clima es moderado o cálido y hacia el sur en climas fríos (Catasús, 2003).

1.3.2.3 Propagación gámica y agámica.

El Bambú puede reproducirse a partir de sus semillas sexuales, éstas se pueden recolectar masivamente durante el florecimiento gregario. Por lo general los florecimientos se presentan con muchos años de intervalo, siendo prácticamente imposible predecir con seguridad la época de florecencia en una determinada especie (Álvarez *et al.*, 2003).

Los porcentajes de germinación comúnmente son bajos en condiciones naturales o bajo exposición solar, pero son óptimos (80-90%) cuando se siembran bajo sombra poco después de recolectadas las semillas, a una profundidad de 10 a 20cm bajo control de humedad. La germinación se inicia a los 2-10 días de la siembra, pueden sembrarse directamente en semilleros o en bolsas de polietileno. La reproducción sexual es poco utilizada en la práctica dado a la rareza en que se presentan las floraciones, pero es más económica y conveniente cuando se trata de propagar gran número de plantas. Su ventaja principal es que inician el ciclo fenológico, por lo que las plantas obtenidas por este método han de vivir mucho más tiempo que las que se obtienen de forma clonal, ya que mueren al concluir el período de floración (Catasús, 2003).

Para Betancourt *et al.*, (2008), la propagación asexual es el método más comúnmente utilizado, ya que las diferentes especies no florecen regularmente, y cuando lo hacen, un elevado porcentaje de los frutos pueden ser estériles y tener escasa viabilidad. Los bambúes se pueden propagar asexualmente por los siguientes métodos:

División de plántulas: Cuando las plántulas obtenidas y desarrolladas en vivero comienzan a desarrollar el rizoma.

Chusquines: Son plántulas que tienen lugar en los extremos de los rizomas, a partir de yemas que se encontraban en estado latente y que son estimuladas al ser cortados los culmos a la altura del primer nudo basal, los cuales son aislados tan pronto enraízan y a medida que se desarrollan y multiplican sus tallos se dividen y se obtienen 2 o 5 plántulas por cada chusquín.

División de plantones o trasplante directo: Tiene lugar en plantones jóvenes con 2-3 años de desarrollo, los cuales son divididos y dan lugar a varios plantones de rápido desarrollo.

División de rizomas con culmo: En la periferia del plantón se separa una porción del rizoma de 30-40cm junto a un culmo joven cortado a un metro de la base, durante la fase de actividad vegetativa de la planta, y se transplanta al suelo. Este método es efectivo para todas las especies y se logra una respuesta rápida.

Secciones de rizoma: Se toman fracciones de rizomas de 40-50cm en la periferia de un plantón, cuidando de no dañar las yemas, para ser plantados individualmente. Esta acción es más efectiva si se realiza una incisión inclinada sobre las yemas en cada nudo. Posee una alta respuesta de supervivencia.

Acodo: Se doblan los tallos o ramas basales, inclinadas de una planta adulta, hasta poner dos o varios nudos en contacto con el suelo, fijándolos mediante estacas y cubriéndolos de tierra, hasta propiciar el enraizamiento.

Propagación aérea o margullo: En un culmo de dos años de edad se realiza un corte parcial en uno de los entrenudos a un metro sobre la base, se dobla hacia el lado opuesto al corte, se corta el ápice y se podan las ramas a unos 20-30cm de la

base. Después de enraizados se fraccionan e independizan los propágulos con un alto por ciento de efectividad.

Culmos completos: Se escogen culmos de 1-2 años y se les elimina $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ del largo en el extremo superior con el fin de activar a las yemas inferiores, a los dos o tres días se cortan los culmos a nivel del primer nudo basal y se entierran a todo lo largo en surcos, cubriéndolos con 10cm de tierra.

Secciones de culmo con entrenudos huecos: Se desechan los ápices junto a la parte delgada del culmo y se cortan las ramas a unos 10cm de la base.

Secciones de culmos con entrenudos más o menos sólidos: Se desechan los ápices junto a la parte delgada del culmo y se cortan las ramas a unos 10cm de la base.

Secciones de ramas pre-enraizadas: En algunas especies de bambú al cortar el extremo superior de un culmo de un año de edad y eliminar todos los nuevos vástagos que emergen del suelo, se induce in situ la formación de raíces y rizomas en la base de las ramas primarias. La inducción de raíces a veces se logra espontáneamente después de decapitado el culmo. Las ramas pre-enraizadas se separan del culmo y se plantan.

Secciones de ramas: Las ramas primarias que se desechan en el procesamiento de los culmos pueden ser usadas en fracciones para su propagación. Con ellas se puede obtener hasta un 50% de enraizamiento cuando las condiciones ambientales son apropiadas.

En Cuba se encuentran Bambúes arborescentes introducidos en el Jardín Botánico de Cienfuegos por ejemplo (Oviedo y Londoño, 2000 citado por Ríos, 2004; Betancourt *et al.*, 2008) (tabla 1):

Tabla 1. Bambúes arborescentes introducidos en el Jardín Botánico de Cienfuegos

Especies existentes	Origen	Fecha de introducción
<i>Bambusa balcoa</i> Rox	India	1926
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland	India	1926
<i>Dendrocalamus strictus</i> Ness	India	1926
<i>Dendrocalamus membranaceus</i> M	India	1937
<i>Bambusa longispiculata</i> Gamble ex Brandis	India	1937
<i>Bambusa bambos</i> (L.) Voss	India	1942
<i>Cephalostachyum pregracilis</i> Munro	India	1942
<i>Bambusa vulgaris</i> (Schrader) var. <i>Vitatta</i> A. y C. Rivière	India	1943
<i>Bambusa multiplex</i> (Lour) Raeus Hort. var. <i>Silverstripe</i>	China	1921
<i>Bambusa multiplex</i> cv. <i>Alphonse Karri Makino</i>	China	1921
<i>Bambusa oldhani</i> Munro	China	1926
<i>Bambusa multiplex</i> (Lour) Raeusch	China	1926
<i>Bambusa multiplex</i> (Lour) Raeus Hort. cv. <i>Fernleaf</i>	China	1931
<i>Phyllostachys meyeri</i> McClure	China	1933
<i>Phyllostachys flexuosa</i> Riviere	China	1937
<i>Phyllostachys aurea</i> Carrie ex Riviere	China-Japón	1922
<i>Bambusa tuldoies</i> Munro	S. Asiático	1922
<i>Dendrocalamus asper</i> Backer	Surinam	1940
<i>Gigantochloa apus</i> Kurz	Java	1952
<i>Gigantochloa verticillata</i> Munro	Java	1952
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Ecuador	1940
<i>Bambusa polymorpha</i> Munro	Bruma	1925

1.3.2.4 Reforestación.

En Cuba existe hasta diciembre 2008 un total de 5371,8ha de bambú plantadas reportadas por la dinámica forestal 2008. Existe una propuesta de programa nacional de reforestación para las Empresas Forestales Integrales de 5 230ha hasta el 2015 que comprende para el año 2008: 760ha, para el año 2009 y 2010: 710ha cada año, y del 2011 al 2015: 610ha cada año lo que indica que se está trabajando por alcanzar un potencial mayor de la especie.

1.3.3 La especie *Bambusa vulgaris*.

1.3.3.1 Características botánicas.

Bambusa vulgaris es un tipo de bambú alto, sin espinas y que forma macizos que comparten rizomas (Francis, 1993).

Bambú simpodial, ligeramente cespitoso. Culmos erectos o inclinados en la mitad superior, 8-20m de alto, 5-10cm de diámetro, desnudos en la mitad inferior; nudos basales enraizados; de color verde brillante, entrenudos de 20- 45cm de longitud, con pelos cafés y cera blanca cuando joven llegando a ser glabros y lisos cuando viejos; nudos oblicuos, ligeramente protuberantes, paredes de 7-15mm de grosor. Desarrolla varias ramas por nudos con una rama primaria dominante. Hoja caulinar ampliamente triangular, 15-45cm x 20cm, decidua, cubierta por pelos negros por la superficie abaxial; lámina erecta ligeramente angosta en la unión con la vaina. Lámina foliar 8-30cm x 1-4cm glabra. Florece a los 80-90 años, puede presentar floración esporádica estéril durante su desarrollo. Después de completado el ciclo fenológico la planta muere junto a toda su línea clonal (Dransfield y Widjaja, 1995; Londoño, 2004).

1.3.3.2 Área de distribución natural y de naturalización.

El bambú común se encuentra solamente bajo cultivo o como un residuo de cultivos (McClure, 1966). Su área de distribución natural se encontraba casi ciertamente en el sur de Asia, ha sido cultivada en Asia por muchos siglos (Bennet, 1990).

La especie es originaria del viejo mundo, actualmente es el bambú de más amplia distribución en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios, crece preferentemente en cañadas, orillas de ríos y arroyos (figura 1). Fue introducida en los trópicos, y naturalizada en Cuba desde la segunda mitad del siglo XIX (Dransfield y Widjaja, 1995; Betancourt, 2003; Álvarez *et al.*, 2004).

El bambú común se esparce muy poco por su propia cuenta (excepto a medida que se expande el macizo de cañas) en estos nuevos hábitats, pero una vez establecido puede persistir indefinidamente (Francis, 1993).



Figura 1. Macizos compactos de *Bambusa vulgaris*.

1.3.3.3 Clima.

En Puerto Rico el bambú común se puede encontrar con facilidad en áreas con una precipitación anual de entre 1 500 y 3 800mm (McClure, 1966). En Cuba se pueden encontrar en áreas con una precipitación anual 1 000mm (Cordero, 2004 y 2006). Las agrupaciones a veces crecen en áreas tan secas que pierden las hojas durante la estación seca (McClure, 1966). En las áreas secas, el bambú común por lo usual está restringido a sitios cerca de riachuelos y lugares en donde se filtra el agua y a lugares que reciben el desagüe de los caminos (Francis, 1993).

1.3.3.4 Suelos y topografía.

El bambú común crece mejor en suelos continuamente húmedos y bien drenados, pero puede soportar las inundaciones de corta duración (Hassan, 1988) o unos niveles de agua subterránea a 30cm de la superficie (McClure, 1966). La especie no soporta inundaciones prolongadas. En Puerto Rico el bambú común crece en los suelos en donde el pH oscila entre 4,5 y 7,5 (Francis, 1993). A pesar de que el bambú común es de los tipos de bambú más tolerantes a la alta salinidad, no soporta la sal libre en el suelo (Bennet, 1990). El bambú común crece en suelos de cualquier textura si existe suficiente humedad. Las arcillas o suelos arcillosos densos son más apropiados para el bambú común que los suelos arenosos, porque aquellos retienen más humedad durante los períodos secos y requieren de menos irrigación durante la fase de establecimiento (Khan, 1972).

1.3.3.5 Cobertura forestal asociada.

Las especies asociadas originales del bambú común en los bosques primarios se desconocen. Hoy en día crece asociado con una gran gama de especies de bosques secundarios en lotes boscosos y a la orilla de caminos y ríos en donde ha

sido plantado en los trópicos. Las especies arbóreas asociadas con el bambú común en Puerto Rico incluyen a *Mangifera indica* L (Mango), *Andira inermis* (W. Wright) DC. (Yaba), *Spathodea campanulata* Beauv, y *Erythrina fusca* Lour (Francis, 1993).

1.3.3.6 Reproducción y crecimiento inicial.

Flores y fruto.

El bambú común florece muy rara vez (Janzen, 1976). Sin embargo, existen reportes esporádicos sobre florecencias durante los últimos dos siglos en Asia y Oceanía (McClure, 1966; Bennet, 1990) reportó que agrupaciones de bambú común floreciendo ocasionalmente se pueden encontrar en algunas áreas de su distribución al principio de la temporada lluviosa, y que estas flores son estériles. Como en el caso de otros tipos de bambú, dichos eventos de florecencia resultan en la muerte de la caña y su rizoma (Little, 1964). Sin embargo, en el caso de esta especie, solamente florecen cañas esparcidas, en vez de todas las cañas en una agrupación; por lo tanto, la florecencia no mata el macizo entero (Cunningham *et al.*, 1970).

Producción de semillas y su diseminación.

No existe información sobre la producción de semillas, ya que es muy rara o inexistente en muchas áreas (Bennet, 1990). La diseminación de semillas probablemente ocurre mediante la fuerza de gravedad, el agua, las aves y los roedores como en el caso de otras gramíneas y otros tipos de bambú.

Desarrollo de las Plántulas: No existe información específica sobre la germinación y el desarrollo de las plántulas del bambú común. Si se tienen semillas disponibles, se recomienda el uso de plántulas de uno ó dos años de edad como trasplantes del vivero (Bennet, 1990).

Reproducción vegetativa.

El bambú común se propaga vegetativamente mediante varios métodos. Un método usado comúnmente es el de cortar una caña arriba del segundo o tercer nudo, excavando conjuntamente el rizoma y cortándolo con una hacha para separarlo del resto (White, 1948). Estos explantes se plantan con la cepa expuesta. Poco después de plantados, las yemas en condición latente en los nudos de la base

producen ramas con hojas, y algunos meses después, nuevas cañas emergen del rizoma subterráneo. Este tipo de propagación tiene una probabilidad muy alta de éxito, pero es costosa debido a la cantidad de trabajo manual requerida para excavar los rizomas. Una variación de este método consiste en usar pedazos de rizomas (McClure, 1966).

El bambú común también se puede propagar al enterrar estaquillas que consisten de un sólo nudo o de la caña entera (White, 1948; Álvarez *et al.*, 2003; Álvarez *et al.*, 2004). El uso de fragmentos como estacas con un nudo por lo menos arriba de la superficie también es efectivo (Khan, 1972; McClure, 1966).

Las cañas usadas para esto deben ser jóvenes, ya que la capacidad de arraigar disminuye marcadamente con la edad. La producción de raíces se puede incrementar significativamente mediante la inyección de ácido indolacético (AIA), kinetín y otras hormonas vegetales en la cavidad entre los nudos (Bennet, 1990; Nath *et al.*, 1986). La propagación mediante estaquillas se efectúa a menudo en el vivero, en donde las nuevas plantas se mantienen por un año antes de transplantarlas a su destino final. Es también posible el arraigar las estaquillas obtenidas de las ramas (Young *et al.*, 1961). En este caso es necesario dejar un pedazo del nudo en la estaquilla para garantizar el arraigamiento. Se requiere de 20 a 24 meses en el vivero antes de que estén lo suficientemente desarrolladas para el trasplante al campo (Hassan, 1988). Se ha descrito también un método usando técnicas de cultivo histológico (Nadgir *et al.*, 1984).

La propagación mediante acodos también ocurre cuando las cañas vivas son derribadas y cubiertas por sedimento (White, 1948).

Unas pruebas con un fertilizante completo (nitrógeno, fósforo y potasio en una relación de 12:10:6) aplicado en una formula de 1,4kg por macizos de uno a dos años después de la siembra, resultaron en un mayor número de cañas promedio por macizo y un mayor porcentaje de cañas de tamaño máximo seis meses después de la segunda aplicación que sin fertilizante (White, 1948). Se ha recomendado un espaciamiento de 12 X12 m para macizos en plantaciones nuevas (Khan, 1972).

Crecimiento y rendimiento.

Las cañas crecen a su altura máxima de 10 a 20m en un período de aproximadamente tres meses (Little, 1964). La extensión de las cañas puede alcanzar 20cm por día. Más aún, del 40 al 50% del crecimiento diario en altura tiene lugar en solamente de cuatro a seis de los internudos. Las cañas de bambú son blandas durante el primer año, se endurecen durante el segundo año y maduran durante el tercero (Cunningham *et al.*, 1970). Las cañas del bambú común viven por lo menos cuatro años y considerablemente más por lo común.

Las cañas de los macizos recién plantados son delgadas y cortas. En unas siembras experimentales de bambú común en Bangladesh, las agrupaciones se desarrollaron rápidamente durante los primeros dos años y más despacio después (Banik, 1988).

Las cañas nuevas alcanzan su madurez máxima a los siete años después del establecimiento de macizos, y diámetros máximos nueve años después del establecimiento macizo. Las cañas tienden a ser más gruesas cerca del suelo, con muy poco adelgazamiento hasta una altura de 6m. A veces existe un adelgazamiento pequeño entre 1 y 3m de altura. Más allá de los 6m, el diámetro decrece constantemente. Las cañas en el exterior de los macizos tienen un arqueamiento hacia afuera, de manera que la copa de los macizos es más ancha que la base. La relación entre el área de la copa y el área basal de los macizos en veinte macizos medidos en Puerto Rico fue de 4,06 más 0,17 (Francis, 1993). Unos experimentos en la Costa de Marfil rindieron 15t/ha/año (7,5t en peso seco) (Goudet, 1975).

La cosecha del bambú común se efectúa a veces derribando el macizo entero para evitar las dificultades generadas por la selección y extracción de cañas de tres a cuatro años de la espesura de los macizos. Sin embargo, esta práctica debilita las reservas radicales de la agrupación y reduce la producción. Si el derribamiento total es necesario, debe hacerse en ciclos de más de 3,5 años. La mejor producción se puede alcanzar con la cosecha anual de cañas de tres años de edad (Cunningham *et al.*, 1970). Debido a que las cañas de tres años de edad se distinguen con

dificultad de las cañas de dos años de edad, a veces es necesario marcar de manera singular las cañas nuevas de cada año (Young *et al.*, 1961).

Frecuentemente es aconsejable un mayor entresacado en el centro de los macizos para minimizar la congestión. La congestión reduce los niveles de producción y entorpece la cosecha. Debe evitarse el cosechar las cañas durante la temporada lluviosa, cuando las nuevas cañas crecen activamente. Durante la cosecha, las ramas se podan tan alto como es posible para facilitar la extracción. En el pasado, la cosecha se efectuaba con sierras de mano o con machetes. El uso de sierras mecánicas probablemente aumentaría considerablemente la productividad diaria por trabajador. Una cigüeña de tamaño pequeño y montada en un tractor facilitaría la extracción de las cañas de la espesura de los macizos. A veces es necesario matar macizos de bambú común, a pesar de que puede ser una tarea muy difícil. El uso de una niveladora es un método muy común. La tala rasa puede ser otra alternativa, y las cañas que reemergen se pueden cortar, quemar o tratar con herbicidas (Chaturvedi, 1988; Betancourt, 2003).

Comportamiento radical.

Las cañas son sostenidas por rizomas de tamaño grande y que se encorvan hacia arriba. La parte más delgada de estos rizomas es el punto de conexión con otros rizomas, mientras que los mismos son bulbosos cerca de la región de donde se origina la caña. Los rizomas se conectan con los rizomas de la generación anterior y dan lugar a la siguiente generación. Estos rizomas a su vez producen raíces fuertes y fibrosas que infiltran completamente el suelo hasta una profundidad de 30cm o más (White, 1948). Como un resultado de las raíces y la basura y hojarasca que se acumula, el bambú común es muy efectivo en la prevención de erosión de hondonadas y de la causada por riachuelos (Little, 1964).

Agentes dañinos.

El bambú común tiene relativamente pocos enemigos. Sin embargo, el escarabajo *Podischnus agenor* (Banik, 1988) penetra los vástagos jóvenes en Guatemala (Hambleton *et al.*, 1951). El piojo *Asterolecanium bambusae* (Boisduval) es abundante en cañas de bambú común en Puerto Rico (Martorell, 1975); se desconoce si causa algún daño significativo al crecimiento.

Una enfermedad como el añublo del bambú, causada por el hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada), ha decimado al bambú común en Bangladesh en años recientes (Rahman, 1988). El añublo se puede controlar parcialmente con fungicidas y prácticas de tipo cultural. El bambú común no es resistente a las heladas, sufriendo daño foliar a una temperatura de -1°C y -2°C la planta muere hasta su base (Young *et al.*, 1961).

El impedimento más serio para el uso del bambú común en Puerto Rico, y posiblemente a nivel mundial, es el escarabajo del bambú, *Dinoderus minutus* (F.) que agujerea el bambú seco (Little, 1964; Martorell, 1975). Otra especie, *Lyctus planicollis* Lec., es cosmopolita. La madera es también muy susceptible al ataque de las termitas, *Cryptotermis brevis* (Walker) (Wolcott, 1946).

La susceptibilidad de las cañas cosechadas del bambú común al ataque del escarabajo *Dinoderus minutus* depende en gran medida del nivel de almidón existente en cada trozo en particular (Casin *et al.*, 1970; Plank, 1950). La parte inferior de las cañas es menos susceptible que la parte superior, y las cañas de tres años de edad o más son menos susceptibles que las cañas más jóvenes (Plank, 1950). El reducir el nivel de almidón reduce a su vez su susceptibilidad a la plaga.

Algunos métodos tradicionales de tratamiento incluyen el curar las cañas, cortarlas y dejarlas en el macizos por varias semanas, el ahumado de las cañas, y el remojo de las cañas en agua por varias semanas (Casin *et al.*, 1970). Estos métodos tienen un éxito adecuado en el control de *Dinoderus minutus*. Sin embargo, el remojo de las cañas en agua afecta el color de las cañas y las hojas y las vuelve quebradizas. El baño o la inyección de pesticidas, sales de cobre y resinas sintéticas proveen de un control casi completo de la plaga; la aplicación de las sustancias químicas sobre el exterior es menos efectiva (Plank, 1950).

Una prueba usando varias especies de bambú indicó que la peor pudrición fue causada por la pudrición suave, *Chaetominum globusum*, y por una pudrición parda, *Coniophora puteana* (Casin *et al.*, 1970).

Según Betancourt (2009), en nuestro país todos estos agentes dañinos están en cuarentena.

1.3.3.7 Usos mundiales y en Cuba.

El bambú común se usa para una variedad de propósitos (Banik, 1988; Little, 1964; McClure, 1966; Sharma, 1980; White, 1948; Widjaja, 1980). A pesar de estar sujeto al daño por el escarabajo *Dinoderus minutus*, se usa frecuentemente como material de construcción (anexo 1, figura 2), sin embargo ha dado excelentes resultados en culmos tratados previamente con desinfectantes. Durante la etapa juvenil (1-2 años), los bambúes con porte arbóreo son utilizados para la obtención de fibras útiles en cestería (anexo 1, figura 3). La madurez se inicia a partir de los tres años y se prolonga hasta los seis, durante este período son óptimas las características de los culmos para ser usados como recurso maderable, a partir de entonces comienza el período de envejecimiento con la pérdida de sus propiedades mecánicas (Dransfield y Widjaja, 1995).

Las civilizaciones asiáticas han obtenido de esta planta, gracias a la elevada resistencia y ligereza de sus culmos: fibra (anexo 1, figura 4), objetos artesanos (anexo 1, figura 5), instrumentos musicales (anexo 1, figura 6), armas defensivas, medios de transporte (anexo 1, figura 7), medios para la pesca (anexo 1, figura 8), la caza (anexo 1, figura 9), fuente energética (anexo 1, figura 10) y una gran infinidad de usos que se han venido practicando desde tiempos remotos y que forman parte de la cultura de diferentes pueblos asiáticos, muchos de los usos primitivos que se dio al bambú fueron el origen de herramientas y medios que hoy existen en metal. Las formas de las primitivas viviendas construidas con bambú dieron origen a gran parte de los monumentos y edificios (anexo 1, figura 11) que hoy son símbolos de la arquitectura hindú. Por otra parte, los gigantescos puentes colgantes con cables (anexo 1, figura 12) y sin cables (anexo 1, figura 13) de bambú precedieron a los grandes puentes y cubiertas colgantes que hoy se construyen con cables de acero, en la confección de andamios (anexo 1, figura 14), así como, en el Salvador se utilizan para la fabricación de tablas (Dransfield y Widjaja, 1995), al igual que en Cuba en el taller de la Empresa Forestal Integral Bayamo (anexo 1, figura 15) (Álvarez *et al.*, 2003).

Los segmentos de caña tratada y sin tratar se utilizan comúnmente como postes de cerca (anexo 1, figura 16). La vida de servicio de los postes sin tratar es de

solamente 1.3 años, pero se puede multiplicar por un factor elevado mediante el tratamiento con preservativos (Englerth *et al.*, 1961). Las cañas rajadas a lo largo se ocupan entretejidas en divisiones, se usan como tejado y se ocupan como varillas para trabajos con yeso. El bambú común también cuenta de una amplia aplicación en la producción de muebles (anexo 1, figura 17), astas para banderas y cañerías de agua temporales. Se utiliza en la construcción de viviendas (anexo 1, figura 18), pisos (anexo 1, figura 19); tuberías para la conducción de aguas, tejidos (anexo 1, figura 20); y en las estructuras de cemento como armadura de refuerzo (anexo 1, figura 21) (Huberman, 1959).

Las estacas y los puntales obtenidos de esta especie son muy importantes en el cultivo de muchos tipos de vegetales y frutas tropicales. Las cañas secas se usan regularmente como leña en muchas áreas. El bambú común es uno de los mejores tipos de bambú para la producción de papel (anexo 1, figura 22) (Bennet, 1990; Cruzado *et al.*, 1961; Escolano *et al.*, 1970; F.P.R.I., 1964; Janci *et al.*, 1971; Medina, 1965; Catasús, 2003). La longitud promedio de su fibra se reporta de 2.33 mm, muy similar a la de las especies maderables de fibra larga (F.P.R.I., 1964). A pesar de que cerca de 80 molinos de papel en la India dependen total o parcialmente del bambú para su materia prima, el consumo mundial de bambú para pulpa es todavía insignificante (Sharma, 1980). Las tiernas puntas de las cañas nuevas, muy activas en el crecimiento, se pueden preparar en la cocina oriental hirviéndolas por media hora y cambiando el agua una o dos veces para eliminar el sabor amargo (anexo 1, figura 23) (Little, 1964). La especie se utiliza regularmente para este propósito en Asia y, en menor escala, en el continente Americano (Sharma, 1980; Widjaja, 1980; Young *et al.*, 1961). Existen varias recetas en la medicina herbalista que se preparan usando el bambú común (Liogier, 1990).

El bambú se planta extensamente como una planta ornamental (anexo 1, figura 24) y como barreras, tabiques, sombra para ganado y barreras contra el viento. Sus vástagos jóvenes frescos o conservados son comestibles pero poco apreciados y las hojas sirven como forraje (anexo 1, figura 25). Los brotes jóvenes de culmos maduros hervidos en agua se emplean contra la hepatitis (Little, 1964).

Para muchas comunidades llegó a ser un elemento indispensable para la subsistencia y lo consideraron como un dios. En los últimos años, con ayuda de la tecnología moderna, se han revivido muchos de los antiguos usos que se le dieron al bambú, al mismo tiempo que se han encontrado nuevas aplicaciones en campos como la medicina, farmacia, química, alimento y bebidas (anexo 1, figura 26) (Little, 1964). En Cuba juega un papel determinante desde el punto de vista medio ambiental, por la cobertura que brinda al medio en donde crece y la sujeción del suelo que realiza mediante las raíces y rizomas. Evita la erosión y elimina las cárcavas que se forman en cauces de los ríos a causa del mal uso de los suelos y la deforestación (anexo 1, figura 27). Además, contribuye a embellecer el paisaje y descontamina la atmósfera (anexo 1, figura 28), ya que la rapidez con que crece le obliga a consumir y fijar grandes cantidades de bióxido de carbono.

Atendiendo a los aspectos anteriormente planteados sobre la especie *Bambusa vulgaris* se puede decir que es una especie de gran importancia económica, social y ambiental por su plasticidad, la cual se adapta fácilmente a cualquier condición ambiental con excepción de suelos salinos y cenagosos, también por sus perspectivas para la reforestación en las márgenes de los ríos y por sus múltiples usos y funciones, resaltado dentro de sus funciones principales la defensa de los suelos contra la erosión, la regulación del régimen hidrológico, estabilización de las márgenes del río y refugio de fauna. Es importante resaltar que la especie en Cuba, desde sus inicios se introdujo con fines protectores, siendo esta la mayor utilidad en el occidente y centro del país, sin embargo existe una tendencia a su manejo con fines de producción específicamente en la provincia Granma, del oriente del país, donde existe el proyecto de Taller prototipo de Bambú XP/CUBV/02/007, patrocinado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNU) y organización de las Naciones unida para el desarrollo industrial (ONUDI), presentado por el Grupo Nacional de Bambú y Ratán, perteneciente al Instituto de Investigaciones Forestales, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a las producciones de paneles ó tableros, esterillas y cestería.

1.4 Características generales de Cuba.

1.4.1 Características físico-geográficas.

El archipiélago cubano constituye la porción más occidental del arco insular cubano, en medio de los continentes de América del Norte y América del Sur; entre los 23°17'9" (Cayo Cruz del Padre, al norte de Matanzas) y los 19°49'38" (Punta del Inglés, cerca de Cabo Cruz) de latitud Norte y entre los 74°8'33" (Punta de Quemado, Maisí) y los 84°57'7" (Cabo San Antonio) de longitud occidental de Greenwich (CITMA-CIGEA, 1998).

Está formado por la Isla de Cuba, la mayor de las islas, con 195 007Km², la Isla de la Juventud (antes, Isla de Pinos), segunda en tamaño, con 2 200km² y 1 600 pequeñas islas, cayos e islotes que abarcan 3 715km², para un total de 110 922km², representando el 0,8% de las tierras emergidas del planeta, lo ubica en el décimo quinto lugar entre los mayores archipiélagos del mundo (Del Risco, 1995).

La Isla de Cuba mide 191km en su parte más ancha y 31km en la más estrecha; la longitud de sus costas es de 5 746km, posee 13 bahías de importancia y 635 cuencas hidrográficas de variable extensión (CITMA-CIGEA, 1998).

En cuanto a la geología, Cuba está formada en gran medida por rocas carbonatadas, con edades que oscilan entre el Jurásico y el Cuaternario. El relieve de la Isla está condicionado, por su posición en la zona de interacción de las placas de América del Norte y El Caribe, su ubicación en el borde septentrional de la zona de los bosques tropicales periódicamente húmedos y la influencia de las oscilaciones paleoclimáticas del Cuaternario. Ello determina la heterogeneidad, la complejidad, el carácter y el desarrollo de sus elementos morfoestructurales y esculturales. La mayor parte del área del Archipiélago es llana u ondulada, con menos de 100m de altitud, pero tiene cuatro macizos montañosos de importancia, todos en la Isla de Cuba, que abarcan una extensión territorial de 1 959 400ha, o sea, el 18% de la superficie total del Archipiélago.

1.4.2 Principales aspectos edafo-climáticos del país.

La composición, características y distribución de los bosques, según Del Risco (1995), están determinados por la interrelación de los diferentes factores

ambientales, biológicos e históricos. Aunque nunca se recalcará lo suficiente que ninguno de ellos actúa aislado, en tal sentido se puede afirmar que los factores más importantes son los climáticos y los edáficos.

1.4.2.1 Factores climáticos.

Temperatura.

La temperatura desempeña un papel importante en la distribución de los bosques, aunque en los trópicos es menos determinante que en las zonas templadas. En Cuba, las temperaturas medias anuales en las zonas llanas tienen poca variación, pues mientras que en la región suroriental oscilan entre 27°C y 28°C, en la región centrorienta hasta la central promedian entre 25°C y 26°C y llegan hasta los 24°C y 25°C en la región occidental (Borhidi, 1991).

La evolución anual de la temperatura media mensual en el país durante los últimos 20 años del siglo XX oscilaron desde el mes de enero con 23°C hasta diciembre 23,4°C. Se plantea que se produce un incremento en los meses de mayo 25,9°C, junio 26,9°C, julio 27,3°C, agosto 27,3°C, septiembre 26,7°C y octubre 25,9°C, y por provincia en los meses de junio a octubre las temperaturas oscilan entre 25°C y 30°C, destacándose las más altas temperaturas en las provincias Granma 26°C y Guantánamo 26,3°C (INSMET, 2009).

Lluvia.

Es la lluvia con sus oscilaciones a lo largo del año y su distribución territorial, uno de los factores esenciales en la conformación del clima en Cuba. En las zonas llanas orientales las lluvias medias anuales varían entre 700mm y 1 300mm, éstas aumentan hacia el oeste, y en la región occidental la media está entre 1 400mm y 1 600mm. La época de mayores precipitaciones se presenta, en general, durante los meses más cálidos; y la de sequía en los meses más frescos, la que puede durar entre uno y seis meses (Del Risco, 1995).

La evolución nacional de las lluvias mensuales durante los últimos 20 años del siglo XX se incrementó en el mes de junio en 194,9mm, septiembre 185,5mm y julio disminuye en 134,6mm. El acumulado de lluvias mensuales se comporta en los meses junio 583,9mm, julio 718,5mm, agosto 876,4mm, septiembre 1 062mm, octubre 1 213,9mm, noviembre 1 289,3mm y diciembre 1 329,7mm. Las provincias

que más se destacaron con lluvias acumuladas mensuales para los meses de septiembre a diciembre fueron Pinar del Río 1 499mm y las Tunas 1 030mm. El acumulado anual promedio de lluvia por municipio predominó en Baracoa con 2 725mm y Caimanea 647mm. El comportamiento de la sequía por provincia a fines del siglo XX fue de alto riesgo con un nivel 1 para Camagüey, nivel 2 Holguín, Ciego de Ávila; nivel 3 Las Tunas y Granma. Con mediano riesgo la Ciudad de la Habana, Villa Clara, Santiago de Cuba y Guantánamo, el resto de las provincias carecen de riesgo de sequía (INSMET, 2009).

Viento.

Según Del Risco (1995), el aire tiene dos componentes ecológicos que afectan a la vegetación:

1. Dióxido de carbono.
2. Agua en estado gaseoso (vapor de agua).

Los fuertes y constantes movimientos del aire actúan como factor secante, por ejemplo cerca de las costas, por lo que en éstas se presentan los diferentes tipos de bosques xerófitos.

1.4.2.2 Factores edáficos.

Suelo.

Las características del suelo tienen gran influencia en el desarrollo de la vegetación, Del Risco (1995), plantea que entre los principales factores ecológicos que determinan el desarrollo de la vegetación se encuentra el suelo, su material de origen y su humedad.

En Cuba, los suelos se pueden dividir en tres grupos de acuerdo con el material de origen:

1. Suelos derivados de roca caliza. Son los más abundantes en Cuba y comprende tres grupos:
 - a) Suelos rojos: distribuidos en la llanura Roja Habana-Matanzas y en la zona de la trocha en Ciego de Ávila.
 - b) Suelos pardos: abundan en otras zonas llanas o de montañas bajas repartidas a lo largo de todo el territorio.

- c) Suelos cársicos: Poco profundos y rocosos (rendzinas), que se encuentran en las zonas llanas y alomadas costeras, así como en los mogotes y las lomas mogotiformes. Se distribuyen en las zonas costeras.
- 2. Suelos derivados de roca ígnea ultrabásica: Se derivan principalmente de serpentinita, la cual ejerce una gran influencia en la morfología de la vegetación. Comprende dos grupos:
 - a) Los suelos latosólicos rojos. Son poco fértiles por la acumulación de Aluminio, que es tóxico para las plantas; en general están cubiertos por pinares. Con precipitaciones mayores de 2 000mm anuales y sin época de sequía, están poblados principalmente por bosques pluvisilvas montanos y submontanos.
 - b) Los suelos serpentiniticos esqueléticos tienen exceso de Magnesio y deficiente retención de humedad. Se encuentran desde Guantánamo hasta Pinar del Río y forman un eje o columna desplazado hacia el norte del país.
- 3. Suelos derivados de roca silícea. Se pueden diferenciar en tres subgrupos:
 - a) Suelos arenosos. Se presentan principalmente en el sur de Pinar del Río y en el noroeste de la Isla de Pinos y sobre las rocas graníticas en la Sierra Maestra.
 - b) Suelos montañosos rojos y amarillos. Se encuentran principalmente en las zonas montañosas.
 - c) Suelos esqueléticos en un clima árido. Se encuentran en el sur de la Sierra Maestra.

Altitud y topografía.

La mayor parte del área del Archipiélago es de llana a ondulada, con menos de 100m de altitud, pero tiene cuatro macizos montañosos de importancia.

En el noroeste se encuentra el Macizo de Sagua- Baracoa con su punto culminante que es el Pico del Cristal con una altitud de 1 231m. Hacia la parte sureste se encuentra la Sierra Maestra, la cual constituye la mayor cordillera montañosa del Archipiélago, con su montaña más alta, el Pico Turquino, con 1 972m de altitud. En la región central se encuentra el Grupo de Guamuhaya dividido en dos zonas montañosas: la Sierra de Trinidad con el pico San Juan, que alcanza los 1 140m

sobre el nivel del mar y las alturas de Sancti Spíritus con la loma de Banao, que alcanza 842m de altitud. En la región occidental se encuentra la Cordillera de Guaniguanico dividida en las Alturas Pizarrosas y las Sierras del Rosario y Los Órganos, con su punto más alto, el Pan de Guajaibón que alcanza los 699m de altitud (Del Risco, 1995).

1.5 Características generales de Pinar del Río y de Guane.

1.5.1 Pinar del Río.

La provincia de Pinar del Río, es la más occidental del país, con un área total de 10 817km² se ubica entre los 21° y 23° de latitud Norte y los 89° y 92° de longitud Oeste, con 230km de largo aproximadamente y un ancho máximo no mayor de 80km, lo que le confiere una forma larga y estrecha. La estructura geomorfológica está conformada por una cadena de elevaciones que ocupan el centro y norte del territorio orientado de Este a Oeste formando tres vertientes: la Norte, la Sur y una pequeña al Oeste, siendo las dos primeras las más importantes. Las formaciones de pizarra y/o mogóticas de calizas (cavernosas o no), dan origen a los valles intramontanos y a la Llanura del Norte y del Sur, siendo la del Sur la de mayor superficie y desarrollo socioeconómico. Posee más de 50 cuencas hidrográficas de gran importancia que constituyen la base para el desarrollo futuro de sus comunidades. Una parte de estas cuencas tienen regulación parcial de sus escurrimientos mediante presas, micropresas, canales captadores y otras obras (León, 2002).

1.5.2 Guane.

Clima.

Existen determinados factores que influyen sobre el desarrollo de las plantas y en especial de los bosques. Entre estos factores están los climáticos, principalmente las precipitaciones y la temperatura (González, 2003).

Precipitaciones.

En todo el territorio nacional la cantidad de lluvia aumenta de la costa hacia el interior de la isla y desde las zonas llanas hacia las elevaciones. El gradiente de precipitación es de 55mm - 60mm por cada 100m de elevación. La cantidad de lluvia que cae en el territorio del municipio Guane es de unos 1 312mm como

promedio anual, el mes más lluvioso es septiembre, con 225mm y el menos lluvioso diciembre, con 28mm (Fernando, 1986).

Temperatura.

La poca fluctuación de las temperaturas es un rasgo característico del clima de Cuba; no obstante, la distribución de la misma no es uniforme, siendo más acentuadas las variaciones en la región central que en las zonas costeras. La temperatura media en el territorio es de 25,5°C; el mes más frío es enero, con 23,1°C y el mes más caliente agosto, con 28°C (Fernando, 1986).

Relieve.

Esta área puede dividirse en tres zonas bien diferenciadas (Fernando, 1986):

1. Zona de elevaciones cercanas a los 200m y menos, formada por lomas altas, abruptas y que se extienden como espinazo en dirección NE y SW.
2. Zona de colinas onduladas, constituidas por llanuras de pie de monte muy disectadas, pequeños abanicos y coluvios, originados de la baja Cordillera Central. Esta zona fluctúa entre los 5m y 50m de altitud y se extiende en forma de abanico en todas direcciones a partir del núcleo central de dicha cordillera.
3. Zona costera donde coinciden llanuras deposicionales arenosas y ciénagas. Esta zona constituye el límite de la región en los lugares en que la misma llega al mar.

Suelos

Existen otros tipos de suelos que ocupan el municipio Guane, dentro de ellas se encuentra la Serie Guane de tipo principal Loam arenoso, con fases poco profundas y muy poco profundas. Este se extiende por toda la región de premontañas conocida como alturas de pizarras, la cual casi en su totalidad corresponde al área escabrosa de la provincia. Al mismo tiempo, el carácter arenoso del perfil favorece una erosión hídrica intensa, lo cual se evidencia por la abundancia sobre la superficie del terreno de cárcavas, surcos y pequeños aluviones y por el bajo contenido de materia orgánica del primer horizonte. Este suelo es de drenaje interno deficiente, a causa de la poca permeabilidad de los materiales que componen el perfil, el cual está sustentado sobre esquistos cuarcíticos y pizarras (Fernando, 1986).

Propiedades físicas del suelo.

El horizonte superficial es de textura Loam arenoso y a veces varía a Loam arcilloso, su color cambia desde el pardo grisáceo al pardo rojizo o pardo amarillento. Presenta un grosor medio de 15cm, que oscila entre 10cm y 20cm. Debajo de esta capa aparece, en ocasiones, un Loam arcillo –arenoso o arcilla arenosa, manchada de amarillo rojizo, algo plástica cuando está húmeda que se torna dura en estado seco (Fernando, 1986). Este suelo, por los factores limitantes que presenta para el uso agrícola, corresponde al Agrupamiento Ferralítico (Hernández *et al.*, 1999). Su utilización es mayormente forestal, para tabaco y algunas frutas menores se cultivan en zonas de acumulación (Fernando, 1986).

Hidrología.

El municipio comprende una zona rica en corrientes fluviales, donde el Cuyaguateje se considera el río principal y el más importante de la provincia de Pinar del Río (Fernando, 1986).

Vegetación.

La vegetación existente en la zona es la siguiente (León, 2002):

Bosques de galería, helechales, matorral xeromorfo secundario, bosque de pinos en llanuras (Arenas Blancas), bosque de pinos en alturas de Pizarra, bosque semideciduo mesófilo, complejo de vegetación de mogotes, bosque siempreverde micrófilo, robledales, vegetación hidrófila en cuerpos de agua, vegetación hidrófila en corrientes fluviales, vegetación de ciénagas y bosque de mangle.

1.6 La cuenca del río Cuyaguateje.

La cuenca del río Cuyaguateje tiene una extensión de 723km², por lo que constituye la mayor de la provincia Pinar del Río y de la región occidental de Cuba. Dentro de la cuenca se cuenta con un zoológico en Sabanalamar, perteneciente a la Empresa Nacional de Flora y Fauna, que ocupa un área de 20ha de tierra. En las márgenes del río Cuyaguateje el plan de reforestación ha cubierto 211,7ha con especies autóctonas como *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (Caoba), *Cedrela odorata* L. (Cedro), *Calophyllum antillanum*, Britton (Ocuje), *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua), *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland (Caña Brava) y en algunos casos, con exóticas como *Tectona grandis* L. f. (Teca) y *Eucalyptus spp* (Eucalipto).

Existen poblaciones como Guane e Isabel Rubio y asentamientos rurales que vierten los desechos domésticos a los cauces, provocando disminuciones en la calidad física, química y bacteriológica de las aguas que son utilizadas en posiciones más bajas que los focos contaminantes (León, 2002).

El río Cuyagüateje se considera el más caudaloso y extenso de la región occidental (112km en total y 62km), a través de el se produjo la entrada de la civilización por primera vez al municipio Guane, el 14 de junio 1494. Se origina en las estribaciones del Cerro de Cabras; tiene un cauce subterráneo de 10km, internándose en el lugar conocido por Hoyo Potrerillo, abierto entre las sierras El Sumidero y El Resolladero, volviendo a aparecer en el sitio denominado El Nacimiento, entrando en la zona de la Empresa Forestal Integral Macurije por la parte Sureste de la Sierra del Pesquero, con una extensión de 72,5km² dentro del área de dicha empresa. Este río está represado cerca de la Laguna del Pesquero, almacenando un aproximado de 46x10⁶ m³ de agua. Se encuentran preciados valores del patrimonio nacional, se destacan los bosque naturales de Pinares de la zona oeste del municipio Viñales, áreas muy ricas en su biodiversidad como es el Monumento Nacional “Bosque de Piedra” y el Área Protegida Sabanalamar-San Ubaldo; así mismo muestra a lo largo de 4km de su desembocadura un bosque natural de manglar con una alta densidad de individuos, representados fundamentalmente por las especies *Conocarpus erecta*, Lin. (Yana), *Laguncularia racemosa*, (L.) Gaertn. f. (Patabán), *Avicennia geminans* (L.) L (Mangle prieto) y *Rizophora mangle*, Lin. (Mangle rojo). Desemboca en la costa sur, en la Ensenada de Cortés y tiene como afluentes a los ríos Frío y Guasimal (Mitjans *et al.*, 2004).

Medio Físico. Situación geográfica.

Está situada en el centro occidente y sur occidente de la provincia, teniendo sus cursos superior y medio un rumbo NE-SW, mientras que su tercio inferior inflexiona, en las cercanías del poblado de Isabel Rubio, para tomar un rumbo NW-SE. La posición latitudinal de la cuenca, similar a las demás de grandes dimensiones en el país, favorece el desarrollo de un volumen de escurrimiento superior a otras corrientes en zonas cársicas de Cuba. Se reciben en la cuenca aportes de las pizarras del Norte (Mal Paso, Jagualito, Frío y Guasimal), de las Alturas de Pizarras

del Sur (Juan Alonso, Cantarote, Caliente, Arenales, Francisco, Majagua - Cantera, etc.), así como de la faja de mogotes (Quemado y Fuentes) y de las fuentes cársicas de la Llanura Meridional Occidental. Todos estos aportes en conjunto componen el escurrimiento natural de la cuenca (León, 2002).

Geología.

La cuenca del río Cuyagüateje posee una clara formación de las condiciones físico-geográficas, lo que constituye una característica que la distingue de muchas cuencas del país. La estructura geológica es muy compleja y pertenece al tipo de mantos de sobrecoimiento; aquí aparece una variada litología de las series areno – arcillosa, vulcanógeno – sedimentaria y carbonatada, todas afectadas por un metamorfismo muy intenso. Esta formación en la litología da por resultado determinados tipos de relieve que predominan en la cuenca: montañas y alturas hacia los cursos superior y medio, formaciones de montañas bajas y alturas petromórficas de rocas carbonatadas; montañas bajas y alturas erosivas y erosivo – denudativas en rocas areno–arcillosas y areniscas cuarcíticas. Es relevante la morfología cársica, dentro de la cual predominan los mogotes, los hoyos de montaña y las colinas (León, 2002).

CAPÍTULO II

Capítulo 2. Autoecología de la especie *Bambusa vulgaris*.

2.1 Introducción.

La autoecología es la ciencia que estudia las adaptaciones de las especies individuales a su ambiente y las relaciones que mantienen con el medio ambiente. La autoecología es el escalón más básico de la ecología que estudia las especies en relación al eslabón superior. Se encarga del estudio de las adaptaciones de una especie a los factores abióticos (Costas, 2007).

La adaptación consiste en la existencia o posesión de características fisiológicas, morfológicas y etológicas que son adecuadas para que una especie sobreviva bajo las condiciones abióticas o bióticas en que vive. Suelen ser comunes para los miembros de una población, heredados de los progenitores y por lo tanto pueden ser transmitidos. La evolución puede propiciar órganos homólogos: dos especies distintas que tienen órganos con estructura semejante e igual origen embrionario a pesar de que presentan diferencias en su función y órganos análogos: órganos de especies distintas con morfología semejante y función semejante pero origen embrionario diferente, esto es evolución convergente (Costas, 2007).

Charles Darwin para su teoría de la evolución (1858), se basó en diferentes pruebas geográficas: la primera donde las especies tienen una distribución discontinua dentro de una misma región y se encuentran aisladas en lugares de condiciones semejantes. La segunda que para cada región existe una fauna y flora exclusiva aunque se pueden hacer analogías. La tercera que los fósiles representan especies existentes y ahora extinguidas, lo cual indica una sucesión en la fauna y flora. Además tuvo en cuenta factores que afectan a la distribución y abundancia de las especies. Estos pueden resumirse como factores ecológicos (factores que actúan sobre los seres vivos) y que a su vez se separan en abióticos y bióticos. Los factores abióticos son independientes de la densidad de la población y son climáticos, edáficos y químicos. Los bióticos dependen de la densidad de la población y son la predación y la competencia (Costas, 2007).

Los factores ecológicos pueden ser condiciones o recursos. Las condiciones se definen como un factor ambiental abiótico que varía en el tiempo y en el espacio al que los organismos responden de modos distintos y pueden ser modificados por

otros organismos pero no pueden ser agotados ni consumidos, por ejemplo: la temperatura, la humedad relativa, el pH, la salinidad, la velocidad de la corriente, la concentración de contaminantes. Los recursos son los consumidos por un organismo (Costas, 2007). Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente bajo condiciones ambientales ideales los procesos fisiológicos se desarrollan normales. Sin embargo las plantas raramente viven bajo tales condiciones y, usualmente falta algo, a veces varios factores se apartan de las mismas. A causa de la competencia, las plantas muchas veces viven al límite de su capacidad para sobrevivir y superar una o más condiciones adversas. Esto crea un considerable *stress* en el organismo (García *et al.*, 2007).

Las concentraciones de CO₂ atmosférico se están elevando y existe un consenso general de que se duplicarán durante el próximo siglo. Un aumento en el CO₂ ha mostrado, por lo menos temporalmente, que aumenta la tasa de crecimiento en plántulas de árboles forestales, también puede alterar los componentes de procesos fisiológicos de la productividad. Se ha mostrado que un aumento en el CO₂ aumenta la fotosíntesis neta y la eficiencia de uso de agua, aumenta la capacidad fotosintética, altera la distribución de biomasa y la fenología de crecimiento del brote, y disminuye la tolerancia al frío (Johnsen y Major, 2004).

Estos mismos autores, plantean que son diversas las herramientas y técnicas disponibles para la evaluación fisiológica y que estas varían desde aquellas bastantes primitivas a aquellas sumamente sofisticadas y cada una de ellas tiene sus aplicaciones, ventajas y desventajas. Una de las técnicas descritas por el autor es el análisis de intercambio gaseoso, el cual se usa para estimar la fotosíntesis, respiración y transpiración. En las últimas dos décadas, la tecnología de la medición del intercambio de gases ha mejorado para aumentar tanto la calidad como la velocidad de las mediciones.

Existen especies de plantas donde la diferencia en la captación de CO₂ con respecto a la pérdida de agua por las hojas y la eficiencia del aparato captador de la luz solar difiere en condiciones de iluminación muy distintas, sigue planteando que hay plantas que disponen sobradamente del recurso luz ya que exponen plenamente sus hojas a la luz directa, pudiendo ocurrir que, dada su talla, parte de

las hojas de las mismas tienen que vivir a la sombra disponiendo solamente de una fracción mínima de energía que llega a la comunidad (Montenegro *et al.*, 1981).

Según Johnsen y Major (2004), el agua es un factor predominante que determina la distribución geográfica de la vegetación y de los árboles. Las medidas de potencial hídrico de una planta reflejan el balance entre la captación de agua por las raíces y la pérdida de agua por las hojas. La cámara de Scholander o cámara de presión estima en forma rápida el potencial en laboratorio o en campo. Los tallos u hojas de las plántulas o árbol se cortan y se introducen con el corte expuesto hacia el exterior de la cámara de Scholander o cámara de presión se aplica lentamente hasta que el agua aparece en la superficie del corte, en este punto la presión en la cámara se considera en equilibrio con la tensión negativa dentro del xilema, mientras más negativa sea la tensión más negativo es el potencial y más elevado el estrés hídrico de la planta. Durante la noche, en la oscuridad, los estomas se cierran, la transpiración cesa y los árboles se rehidratan. Antes del amanecer, el potencial hídrico de las plantas se equilibra con el del suelo, así las medidas de potencial en este momento proporcionan una medida del estrés hídrico mínimo a que se expone el árbol. Durante el día, la transpiración aumenta y su velocidad depende de las características genéticas de la planta, la sequedad del aire y la humedad del suelo, conforme transcurre el día el potencial hídrico de la planta disminuye. Estas medidas pueden ser útiles para interpretar las mediciones de intercambio gaseoso.

Según Medina (2006a), el potencial hídrico evalúa la cantidad de agua en la planta. Es la fuerza con que un cuerpo es capaz de absorber agua del ambiente. El potencial hídrico de la planta está determinado por dos factores importantes que son: la humedad del suelo, que controla el suministro de agua y la transpiración que gobierna la pérdida de agua. Este se puede entender como el agua que se mueve desde el suelo a la superficie de la raíz y entra a los vasos xilemáticos hasta llegar a las células del mesófilo y luego pasar a la atmósfera, gracias al gradiente de potencial que existe en el sistema suelo-planta-atmósfera (Medina, 2006b).

El movimiento neto, siempre se produce en la dirección de la disminución del potencial hídrico, es decir más alto en el suelo, algo más bajo en las células próximas a la epidermis de la hoja, debido a la evaporación del agua hacia la atmósfera vía transpiración. La ascensión se produce por un fenómeno de transpiración-cohesión-tensión. La transpiración es la pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas de las hojas principalmente, debido al proceso de evaporación (Medina, 2006b) y según Vázquez y Torres (1995), es la pérdida de agua desde los órganos aéreos de la planta en forma de vapor consecuencia natural de las características anatómicas fundamentales de la planta.

Los estomas son pequeñas aberturas en la epidermis de las hojas, controladas por la turgencia de dos células oclusivas o guardianas que las limitan y que, según sea su grado de turgencia, hacen que el estoma se abra o se cierre, permitiendo la entrada y la salida de gases según las circunstancias. Por la noche el estoma permanece cerrado, por lo que no hay intercambio de anhídrido carbónico. El agua es vital en la producción de cultivos ya que el crecimiento de las células vegetales se produce por acción del agua. La falta de este elemento provoca una menor fotosíntesis y como consecuencia una menor producción. Los estomas regulan el intercambio gaseoso, generalmente se abren en la luz y cierran en la oscuridad, a excepción de las plantas con metabolismo ácido de crasuláceas (Medina, 2006b).

El agua que las raíces toman del suelo asciende a todo lo largo del tallo y es cedida al aire en forma de vapor desde las hojas u otros órganos aéreos a través de los estomas, las fisuras cuniculares y las lenticelas (Vázquez y Torres, 1995). De la cantidad total de agua que es absorbida del suelo, transportada en el tallo y transpirada hacia la atmósfera, solamente una fracción muy pequeña de 1% se incorpora a la biomasa. Casi toda el agua que se pierde por la hoja lo hace a través de los poros del aparato estomático, que son más abundantes en el envés de la hoja. Las hojas pierden agua irremediablemente a través de los poros estomáticos, como consecuencia de la actividad fotosintética de las células del mesófilo. También el vapor de agua puede salir al aire a través de la cutícula (capa de cutina que recubre la superficie de las hojas) y las lenticelas, llamándose entonces transpiración cuticular y lenticelar respectivamente, a la pérdida de vapor de agua a

su vez de una forma bastante eficaz. La pérdida de agua a través de las cutículas depende mucho de la especie vegetal, las plantas con cutícula gruesa como las cactáceas, otras plantas suculentas y muchas plantas de hábitat seco, tienen valores muy bajos de transpiración cuticular, mientras que las plantas con cutículas delgadas de hábitat húmedo alcanzan valores mayores de transpiración cuticular (Vázquez y Torres, 1995).

La especie *Bambusa vulgaris* impide que las inundaciones arrastren la tierra y favorece el mantenimiento de la firmeza del suelo. Este último efecto es particularmente importante en tierras en declive y propensas a desprendimientos, donde estos fenómenos son siete veces más frecuentes tras la eliminación de las plantas (FAO, 2001). Esta función es una de las más importantes que debe cumplir pero debe estar sustentada con el buen manejo de la especie, pues hay que tener presente que la razón de ser de los bosques protectores es la protección al objeto que se propone conservar, por lo tanto, cualquier plan de manejo debe contemplar, en primer lugar, el respeto a la condición protectora del bosque y, como cuestión secundaria, los beneficios económicos que puedan derivarse de la extracción de sus productos directos. Las atenciones culturales no deben alterar la estética ni producir un cambio violento en el medio ecológico del lugar tratado (Ávila *et al.*, 1979).

Para ello debe tenerse en cuenta el suelo que es un cuerpo natural, consecuencia de la acción combinada de los factores de formación, mediante los cuales ocurren los diferentes procesos que le dan origen y cuyas propiedades y características son el resultado de su formación y desarrollo (Cairo y Fundora, 2002).

El suelo es un conjunto organizado, de espesor variable que recubre las rocas. Está constituido por elementos minerales, cristalinos o amorfos; por elementos orgánicos y seres vivos; agua y aire (Urquiza, 2002).

El concepto de suelo como un subsistema de los ecosistemas terrestres es hoy ampliamente aceptado tanto por los ecólogos (Margalef, 1991) como por los forestales (Oliver y Larson, 1990). Sin embargo, es preciso reconocer que esta novedad es más aparente que real y que esta idea ya se encuentra implícita en Jenny (1941), cuando formula su "ecuación" de los factores formadores del suelo y,

posteriormente, cuando significa la interdependencia de estos factores. Es preciso recordar la frase que puede leerse en las primeras páginas de la obra clásica de la edafología española (Albareda y Hoyos de Castro, 1948): "El suelo recibe, pues, el influjo de la vida y actúa a la vez sobre ésta. Las condiciones ambientales y los organismos y sus productos contribuyen a formar el suelo, pero éste, a su vez, delimita las condiciones de vida".

Hernández (2005), plantea que en los países tropicales con temperaturas altas, los porcentajes de materia orgánica tienden a ser menores (de 2,5 a 3%) debido a su rápida descomposición. Los componentes inorgánicos de los suelos comprenden pequeños fragmentos de roca y de minerales de varias clases. Las cuatro clases de partículas inorgánicas son: arena gruesa, arena fina, limo y arcilla.

En los climas tropicales, cálido-húmedos, la materia orgánica se descompone rápidamente y se mineraliza por completo. Si las temperaturas son bajas y el suelo se encharca, la descomposición es lenta y se forma humus bruto o turba, y la respiración edáfica disminuye, la cual es un indicador de la actividad de los organismos del suelo (Hernández, 2003).

Cairo y Fundora (2002), plantean que los suelos arenosos están generalmente bien aireados y absorben el agua con mucha facilidad. En los suelos de arena gruesa donde la aeración y el drenaje son buenos, la adición de materia orgánica con el objetivo de mejorar las condiciones físicas no es esencial para obtener buenas cosechas. En los suelos de arenas finas o arcillosas de mala estructura, la aeración y el drenaje son insuficientes.

Ansorena (1994), suele darle mayor importancia a las propiedades físicas del suelo, definidas como aquellas que se pueden ver y sentir, granulometría, color, retención de agua y aireación. Dentro de las propiedades físicas más estudiadas está la textura del suelo.

La granulometría o textura suministra una valiosa información, su interés práctico, que afecta a las propiedades funcionales del suelo, es todavía más evidente, pudiéndose afirmar que el conjunto de las propiedades físicas y químicas del suelo está en estrecha relación con la textura y la estructura, que aparecen como dos factores clave de la fertilidad (Duchaufour, 1987).

La mayor parte de los bambúes se desarrollan en terrenos variables, entre suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso, formados por depósitos de aluvión o lo que es frecuente, por la desintegración de la roca subyacente. Los colores del suelo más frecuentes son amarillo, amarillo parduzco o amarillo rojizo claro. En el subsuelo, el color varía entre rojo claro y amarillo o gris azulado, y en algunos puntos contiene minerales de hierro mangánífero y concreciones ferruginosas. El bambú suele preferir los terrenos con buen desagüe, aunque también se encuentra en los lechos húmedos o pantanosos de cursos de agua. No se ha observado ningún bambú en suelo salino (Huberman, 1959). En particular la especie *Bambusa vulgaris* se adapta a diferentes condiciones de suelo, aunque prefiere suelos bien drenados y poco profundos, y no tolera largos períodos de encharcamiento ya que puede provocar la pudrición de los culmos.

Otros de los atributos de autoecología a incluir en un estudio es la retención de carbono. Se dice que los bosques pueden almacenar hasta 15 toneladas de carbono/ha/año en su biomasa y en la madera (FAO, 2006). Se debe señalar que la capacidad de absorción de carbono atmosférico también está relacionada con el manejo que se le realice a la masa boscosa, la variación del clima y el incremento del CO₂ en la atmósfera (Brown, 2002). Las plantaciones bien manejadas pueden tener mayor cantidad de carbono.

La FAO (2006) y otros grupos de expertos han estimado que la retención mundial de carbono producida por la disminución de la deforestación, el aumento de la repoblación forestal y un mayor número de proyectos agroforestales y plantaciones podrían compensar un 15% de las emisiones de carbono producidas por los combustibles fósiles en los próximos 50 años.

Para lograr un efecto positivo de los bosques en el secuestro de carbono deben ser implementadas políticas a escala global. Al respecto Moura (2001), plantea que como el CO₂ es un gas atmosférico que circula por todo el planeta, las iniciativas dirigidas a eliminar gases de efecto invernadero (GEI) de la atmósfera tendrán la misma eficacia tanto si se realizan cerca de la fuente de emisiones, como en el extremo opuesto del globo.

Makundi *et al.* (1998), plantean que la actividad forestal juega un papel importante en la mitigación del cambio climático, al plantear que el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) estima que la aplicación de diversas medidas en el sector forestal podría secuestrar entre 1,1GtC y 1,8GtC al año durante 50 años y Álvarez (2006), considera acciones de mitigación vinculadas al Subsector Forestal, donde se propuso el incremento del área de bosques productivos mediante el aumento de 180 Mha, hasta alcanzar un nivel de cobertura del 29,4% en el 2015.

Según IPCC (2007), las potencialidades para mitigar el cambio climático están evaluadas en dependencia de la visión de los países interesados; cuando ésta abarca a los países productores, o sea, aquellos en vías de desarrollo, los límites se registran entre unas 5Gt CO₂ a 30Gt CO₂. Sin embargo, cuando esta visión comprende hacia los países desarrollados los límites disminuyen, centrándose entre 9Gt CO₂ a 25Gt CO₂ equivalente; por ejemplo Canadá, país que más se acercaba a la disminución de sus emisiones, en el 2006 se encontraba a un 25% por encima de lo previsto a reducir.

La propia documentación señala que el potencial de mitigación en el sector forestal se encuentra entre los más bajos (1,3Gt CO₂/año a 4,2Gt CO₂/año), teniendo la mayor parte los países en vías de desarrollo al poseer la mayor cobertura boscosa.

El residuo que queda después que se seca un tejido vegetal, está constituido por compuestos orgánicos, elementos minerales y sus óxidos. Casi toda la materia orgánica se sintetiza a partir de CO₂ y H₂O mediante el proceso fotosintético. Los minerales y el agua son absorbidos primeramente del suelo a través del sistema radical; aunque bajo condiciones de sequía el agua de la niebla y el rocío pueden entrar a la planta a través de las hojas. La absorción foliar de los elementos minerales ha sido utilizada ventajosamente para suministrar a las plantas fertilizantes y algunos micronutrientes, asperjando las hojas con soluciones acuosas o suspensiones de nutrientes minerales. A comienzos del siglo XIX se puso en evidencia que las plantas contienen elementos minerales. Utilizando las técnicas de la química analítica y micrométodos de análisis modernos se han identificado en los vegetales los elementos. Después de eliminar el agua de los tejidos los macroelementos constituyen aproximadamente el 99,5% de la materia seca,

mientras que los microelementos forman cerca del 0,03%. El contenido mineral de los tejidos vegetales es variable, dependiendo del tipo de planta, las condiciones climáticas prevalecientes durante el período de crecimiento, la composición química del medio y la edad del tejido entre otros. Por ejemplo, una hoja madura es probable que tenga un contenido mineral mayor que una hoja muy joven. Así mismo, una hoja madura puede tener un contenido mineral mayor que una hoja vieja, la que sufre una pérdida apreciable de minerales solubles en agua, al ser lavada por el agua de lluvia o mediante mecanismos de translocación hacia hojas jóvenes (Hernández, 2005).

Este mismo autor plantea que con todos los estudios que se realizan con respecto a los elementos minerales se ha logrado un progreso que facilita el trabajo con las plantas para que estas consuman lo necesarios para su desarrollo. Evidentemente las plantas lo tomarían como un componente fundamental en el ciclo de vida. Dentro de ellos se encuentran por ejemplo:

Calcio: Se caracteriza por ser acumulado por las plantas, especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente, es un elemento esencial para el crecimiento de meristemas y particularmente para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales. Las deficiencias de calcio parecen tener dos efectos en la planta, causan una atrofia del sistema radical y le dan una apariencia característica a la hoja, mostrándose cloróticas, enrolladas y rizadas. La proporción aproximada en las plantas varían entre 0,1 a 7% en base al peso seco.

Potasio: Este es uno de los tres elementos que se encuentra en pequeñas cantidades en los suelos, limitando el rendimiento de los cultivos. El ión K^+ parece estar implicado en varias funciones fisiológicas como son: transporte en el floema, turgencia de las células guardianes de los estomas y crecimiento celular. Así como el nitrógeno y el fósforo, el potasio se traslada de los órganos maduros hacia los jóvenes; de tal forma que la deficiencia de este elemento se observa primero como un amarillamiento ligero en hojas viejas. Se sitúa en una proporción aproximada entre 0,30 - 6% en base al peso seco.

Fósforo: El fósforo es el elemento más limitante en los suelos. El papel central del fósforo es en la transferencia de energía. Las deficiencias de fósforo se parecen

mucho a las de nitrógeno. Es frecuente la acumulación de antocianina en la base de las hojas y en las hojas próximas a morir, que le dan una coloración púrpura y se reduce el número de tallos. El proceso de maduración de las plantas se retarda, mientras que las que tienen abundante fósforo maduran con más rapidez. La proporción aproximada en las plantas oscila entre 0,05 - 1% en base al peso seco.

Magnesio: El magnesio es esencial en el metabolismo de plantas y animales. La propiedad más importante del Mg^{2+} es su solubilidad. El magnesio tiene un papel estructural como componente de la molécula de clorofila, es requerido para mantener la integridad de los ribosomas y sin duda contribuye en mantener la estabilidad estructural de los ácidos nucleicos y membranas. La deficiencia de magnesio se manifiesta por una clorosis en hojas viejas, principalmente entre las nervaduras. En algunas plantas la ausencia de clorofila es seguida por la aparición de otros pigmentos.

Sodio: El sodio es un componente esencial del tejido vegetal y animal. El compuesto de sodio más importante es el cloruro de sodio, conocido como sal común o simplemente sal.

Los estudios de autoecología de la especie *Bambusa vulgaris* constituyen un tema de gran utilidad práctica para fundamentar científicamente el manejo de la misma debido fundamentalmente a la poca información con que se cuenta sobre sus niveles de adaptación, requerimientos de agua, tasas de fotosíntesis, transpiración, retención de CO_2 y contenido de elementos minerales esenciales para la planta, lo cual permitirá caracterizar desde el punto de vista ecológico y funcional las plantaciones de la especie en estudio.

2.2 Materiales y Métodos

2.2.1 Ubicación geográfica de los sitios de estudio.

Este trabajo se realizó en tres sitios donde se encuentra la especie *Bambusa vulgaris* pertenecientes a Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, distribuidos geográficamente en el municipio Guane, la región occidental de la provincia de Pinar del Río. Sus límites geográficos son los siguientes: al Norte con el municipio

Minas de Matahambre–Santa Lucía (Empresa Forestal Integral Minas de Matahambre), al Oeste con el municipio Mantua, al Este con el municipio San Juan y Martínez (Empresa Forestal Integral Pinar del Río), al Sur con el municipio Sandino (Empresa Forestal Integral Guanahacabibes) y al Sureste con el litoral del Golfo de México comprendido entre las desembocaduras de los ríos Cuyagüateje y Puercos (figura 29), abarcando el municipio una superficie total de 72 532ha (Fernando, 1986).



Figura 29. Ubicación geográfica de los sitios de estudio.

2.2.2 Procedimiento para la caracterización edafoclimática.

2.2.2.1 Datos de clima.

Se tomaron informaciones de la precipitación media anual y temperatura media anual en el área que comprende los sitios de estudio, a partir de los registros brindados por la Estación meteorológica de Isabel Rubio, donde se reporta una temperatura media anual de 25,7°C y una precipitación de 1 312mm. Además se tomó la altitud de cada uno de los sitios, 176msnm en el Consejo Popular Los Portales, 113,5msnm en el Consejo Popular Punta de la Sierra y 93msnm en Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

2.2.2.2 Propiedades físicas más importantes del suelo.

2.2.2.2.1. Toma de muestra de suelos, método de análisis de laboratorio y diseño experimental.

Para determinar la composición mecánica del suelo, considerada como una de las propiedades físicas más importantes del suelo, la cual depende del tamaño de las partículas minerales, específicamente de la proporción relativa de los varios grupos de partículas que componen un suelo dado, se tomaron cinco puntos de referencia al azar en los tres sitios de estudios; en cada uno se tomaron cuatro muestras de suelo a 3m de distancia entre los puntos, a una profundidad de 0-20cm y con pendiente de 0-5%, codificada de la siguiente manera :

- A-Plantón con pendiente
- B-Sin plantón con pendiente
- C-Sin plantón y sin pendiente;
- D-Debajo del plantón sin pendiente

Es decir que se tomaron veinte muestras en los tres sitios de estudios para un total de sesenta muestras.

En el laboratorio se determinó el porcentaje de materia orgánica y el análisis mecánico o granulométrico, con el objetivo de determinar la textura a través del procedimiento analítico, por el cual las partículas son separadas atendiendo a la distribución de los tamaños de las partículas. Se tomó una muestra de 1 000g de suelo, la misma se colocó en el juego de tamices, organizado de mayor a menor (2,1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,074mm) y se pesaron las partículas que fueron quedando en cada tamaño de tamiz.

Se utilizó la clasificación granulométrica del sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Pastor, 1980). Con los resultados del análisis mecánico o granulométrico se procedió a la aplicación de la clasificación textural de los suelos y el triángulo para la clasificación textural de los suelos (Cairo y Quintero, 1980).

Dentro de los instrumentos utilizados se encuentra: cinta métrica, machete, pico, pala, papel, balanza OHAUS de 2 610g de capacidad, sacos, lápiz, lapicero, cordel, mortero, plato, paleta, bandejas y tamices.

2.2.3 Medidas de intercambio gaseoso en la especie.

El irgaporometro (LI-6400) controla tanto las concentraciones de CO₂ como las intensidades radiación fotosintéticamente activa (PAR), este sistema incorpora programas internos que hacen posible obtener curvas de saturación, tanto de la radiación como del anhídrido carbónico, en tiempos no superiores a los 20-30 minutos. Durante el desarrollo de estas curvas funcionan una serie de sistemas Feedback que permiten mantener la humedad interna de la cubeta prácticamente constante y también una temperatura foliar con un mínimo de oscilaciones.

Para realizar las medidas de intercambio gaseoso en la especie se realizó una campaña de campo en el mes de Julio del año 2002, como estudio de caso, en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira en el municipio Guane, ubicado en la región más occidental de la provincia de Pinar del Río, con el objetivo de construir curvas de CO₂. Para ello se hicieron estimaciones de la fotosíntesis y concentración intercelular, expresadas en μ moles CO₂ x m² hoja/seg y en PPM respectivamente, utilizando el irgaporometro (figura 30).



Figura 30. Irgaporometro. Sistema abierto para medir fotosíntesis y transpiración, LI-6400.

En el primer día se realizaron medidas puntuales de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), y fotosíntesis, expresados en μ Ecm²*seg. y μ molesCO₂xm²hoja/seg,

respectivamente, con el objetivo de construir curvas de saturación de luz y se realizó otra campaña de campo en el sitio de estudio Consejo Popular Los Portales el día ocho de abril del año 2006 pertenecientes al municipio Guane, realizando un seguimiento de la transpiración ($\text{mmol de H}_2\text{O} \times \text{m}^2 \text{ hoja/seg}$) a lo largo del día, donde se estimaron los valores cada dos horas, a las 8:00, 10:00, 12:00, 2:00 y 4:00 horas solares.

Para realizar las mediciones se procedió de la siguiente manera: se seleccionó un plantón teniendo en cuenta su estado sanitario, fenotipo, expuestos a la luz y a la sombra y se tomó una muestra de hojas a la sombra y a la luz en el mismo plantón, se adjuntaron con una cinta adhesiva, se identificaron con una etiqueta y posteriormente fueron puestas en una pinza, la cual está unida a la unidad central del sistema por un cable, este además de la cámara de medida con termopares y sensores de radiación interno y externo, sistemas de calefacción y refrigeración, incorpora los sensores IRGA, que son los responsables de medir las concentraciones de vapor de agua y CO_2 .

La cámara estándar permite medir un rectángulo de hoja de 2 x 3cm (figura 31).

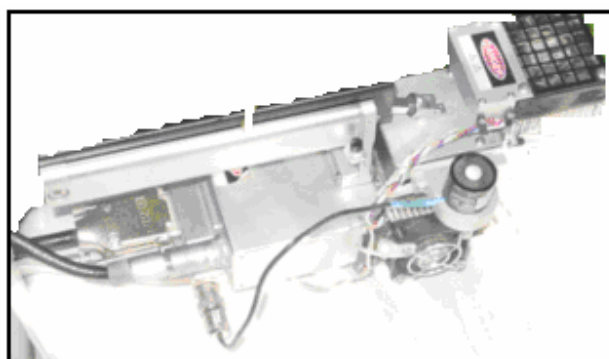


Figura 31. Pinza, que muestra el rectángulo de hojas que se prensa para las medidas de fotosíntesis y transpiración.

2.2.4 Medidas de potencial hídrico.

El potencial hídrico se determinó con la cámara de Scholander o cámara de presión (figura 32), en horas de la madrugada y al mediodía, en épocas estacionales

correspondientes al período de sequía y lluvioso, durante los meses de marzo y mayo, en cada uno de los sitios de estudio (Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra, Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, adaptando la metodología descrita por Oliet (2001). Para ello se tomó una muestra de hojas en siete plantones al azar por cada sitio, las cuales fueron cortadas con una tijera durante la madrugada, luego se colocó el material vegetal en el interior del cilindro de la cámara y se les aplicó una presión, la cual hizo que saliera una pequeña gota de agua en la superficie del tallo, marcando así el manómetro de la cámara el potencial hídrico de madrugada (de base o al alba) y de igual forma se procedió para determinar el potencial hídrico del mediodía.



Figura 32. Cámara de Scholander o de presión para medidas de potencial hídrico en las plantas.

2.2.5 Medidas de transpiración.

La transpiración se determinó de la siguiente manera: se tomaron siete muestras de hojas en plantones al azar por cada sitio, las cuales fueron cortadas con una tijera durante la madrugada y trasladadas al laboratorio en las épocas estacionales del período de sequía y lluvioso durante los meses de marzo y mayo, conservándolas en una nevera durante todo el viaje, en la mañana se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1 500, con un error de 0,1g. Después de haberse pesado cada muestra, fueron colocadas en bolsas de polietileno y puestas

en la oscuridad y se hicieron pesadas cada una hora, durante cuatro y ocho horas hasta lograr el peso constante de las mismas. Al día siguiente fueron puestas en la estufa a una temperatura de 100°C durante cuatro horas aproximadamente hasta lograr que perdieran toda el agua y se tomó el peso seco de las mismas. Finalmente se calculó la transpiración por la metodología de Oliet (2001), como se expresa a continuación:

$$T = \frac{Pi - Pf}{Ps}$$

Donde:

T = transpiración

Pi = peso inicial (g)

Pf = peso final (g)

Ps = peso seco (g)

Con los valores de pesadas se realizaron curvas de pérdidas de peso, con la ayuda del procesador electrónico Excel.

2.2.6 Determinación del contenido de nitrógeno y carbono total en las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

Se determinó el contenido de carbono y nitrógeno para las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris*.

El contenido de carbono se determinó empleando el coeficiente de carbono para las maderas cubanas a nivel de laboratorio, establecido para latifolias (46,88) (Mercadet *et al.*, 2006).

Para ello se tomó al azar una muestra de siete hojas (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7) y culmos verdes (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7) de la especie en estudio. Las hojas fueron cortadas con una tijera y los culmos con un machete y se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1 500, con un error de 0,1g. En el caso de las hojas cada una de las muestras pesaron 10g y los culmos 85, 89, 90, 91, 100, 160 y 170g respectivamente, después se secaron en la estufa a una temperatura de 80°C durante 11 horas aproximadamente por dos días hasta lograr que perdieran toda el agua y finalmente fueron molidas, y luego se procedió a la determinación de sus

contenidos de carbono y nitrógeno mediante el empleo del analizador elemental LECO, modelo TruSpec CN, utilizando el patrón EDTA con 40,94% de concentración de carbono.

2.2.7 Determinación de los elementos minerales esenciales.

Para determinar los elementos minerales esenciales en las hojas de la especie *Bambusa vulgaris* se tomó al azar siete muestras foliares (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7), las cuales fueron cortadas con una tijera y se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1 500, con un error de 0,1g. Cada una de las muestras pesaron 10g respectivamente, después se secaron en la estufa a una temperatura de 80°C durante 11 horas aproximadamente por dos días hasta lograr que perdieran toda el agua, finalmente fueron molidas y luego se procedió a la determinación de cada uno de los elementos minerales a través de la digestión MW/ICP-OES con microondas pesando 0,5g de muestra y utilizando una muestra 8:2 HNO₃:H₂O₂. El resultado se llevó a 50ml y luego se filtró a 0.45 micras. Después se analizó con el ICP-OES.

2.2.8 Procesamiento estadístico.

Para el procesamiento estadístico en todos los casos se utilizó el sistema automatizado SPSS para Windows ver. 12.0 con un nivel de confianza del 95%.

Para el análisis mecánico o granulométrico, se realizó un análisis multifactorial de la varianza tomando como variable dependiente la arcilla, limo, arena, materia orgánica y como factores los sitios y puntos. También se analizó las interacciones significativas entre los factores. El análisis de varianza de doble entrada para un experimento factorial (suma de cuadrados de tipo III) descompone la variabilidad de arcilla, limo, arena, materia orgánica en las contribuciones debidas a los factores. Se realizaron pruebas de comparación de rangos múltiples para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. El método utilizado para discernir entre las medias fue el procedimiento de la diferencia más honestamente significativa de Tukey.

Para la evaluación de las tasas de fotosíntesis de *Bambusa vulgaris* fue empleado un análisis de regresión simple, donde se construyeron curvas de saturación de CO₂, curvas de luz y curvas de fotosíntesis de evolución en el tiempo.

Las medidas de potencial hídrico y transpiración fueron procesadas mediante un análisis de varianza de clasificación simple y pruebas de comparación de rangos múltiples de Tukey.

A través de un análisis multivariante se confeccionó un dendrograma general, a partir de conglomerados jerárquicos incluyendo un total de 19 variables de tipos ecológicas y fisiológicas, tales como:

Partículas de arcilla en diferentes puntos:

- A- Plantón con pendiente;
- B- Sin plantón con pendiente;
- C- Sin plantón y sin pendiente;
- D- Debajo del plantón sin pendiente;

Partículas de arena en diferentes puntos:

- A- Plantón con pendiente;
- B- Sin plantón con pendiente;
- C- Sin plantón y sin pendiente;
- D- Debajo del plantón sin pendiente;

Partículas de limo en diferentes puntos:

- A- Plantón con pendiente;
- B- Sin plantón con pendiente;
- C- Sin plantón y sin pendiente;
- D- Debajo del plantón sin pendiente;

Partículas de materia orgánica en diferentes puntos:

- A- Plantón con pendiente;
- B- Sin plantón con pendiente;
- C- Sin plantón y sin pendiente;
- D- Debajo del plantón sin pendiente;

Además se incluyeron otras variables tales como: potencial hídrico al alba, al mediodía y la transpiración, utilizando el índice de afinidad de distancia euclidiana y el ligamiento de promedio entre grupos como método de aglomeración.

2.3 Resultados y discusión.

2.3.1 Caracterización de algunas propiedades importantes del suelo y composición mecánica por sitios.

El análisis mecánico o granulométrico demostró la distribución de las partículas de diversos tamaños en un suelo dado, donde la textura adquiere una gran importancia. Esta no puede ser alterada, sino es por el desarrollo mismo del suelo. De esta forma se considera que la textura es una propiedad fundamental del suelo, que determina en grado apreciable el valor económico del suelo.

No basta con saber la distribución de los tamaños de las partículas en los diferentes tipos de suelos, es necesario conocer si existe diferencia entre el grado de acumulación de finos en el suelo atendiendo a los puntos donde se tomaron las muestras: A- Plantón con pendiente; B- Sin plantón con pendiente; C- Sin plantón y sin pendiente; D- Debajo del plantón sin pendiente.

Los resultados de los análisis de varianza relacionados con las propiedades del suelo reflejan diferencias significativas entre los sitios y los puntos de muestreo tanto para la arcilla, limo, arena y materia orgánica.

En la tabla 2, se muestran los valores medios del porcentaje de arcilla para la especie *Bambusa vulgaris*. Estos resultados indican que el punto A (con plantón y con pendiente) superó en la retención de arcilla a los puntos B (sin plantón y con pendiente) y C (sin plantón y sin pendiente), en tanto sus resultados fueron similares a los del punto D (debajo del plantón, sin pendiente), mientras que los sitios II “Consejo Popular Punta de la Sierra” y III “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira”, retienen mejor la arcilla que el sitio I “Consejo Popular Los Portales”, que la retiene en menor proporción.

Tabla 2. Valores medios del porcentaje de arcilla.

		Sitios			Promedio	Significación
P		I	II	III		
U	A	15,72	46,09	41,93	34,58	a
N	B	14,66	40,92	40,65	32,08	bc
T	C	13,38	38,34	38,14	29,95	c
O	D	15,39	43,41	41,37	33,39	ab
S						
Promedios		14,79	42,19	40,52		
Significación		b	A	a		

* *Leyenda: I- Consejo popular Los portales; II- Consejo Popular Punta de la Sierra; III- Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.*
A-Plantón con pendiente; B-Sin plantón con pendiente; C-Sin plantón y sin pendiente; D-Debajo del plantón sin pendiente.
En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P < 0,05$.

La tabla 3, muestra los valores medios del porcentaje de limo, donde se aprecia que el punto A (con plantón y con pendiente) superó en la retención del limo a los puntos B (sin plantón y con pendiente) y C (sin plantón y sin pendiente), teniendo resultados similares a los del punto D (debajo del plantón, sin pendiente), y en cuanto a sitios, el II “Consejo Popular Punta de la Sierra” y III “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira”, retienen mejor el limo que el sitio I “Consejo Popular Los Portales”, que la retiene en menor proporción.

Tabla 3. Valores medios del porcentaje de limo.

		Sitios			Promedio	Significación
P		I	II	III		
U	A	14,27	26,17	25,84	22,09	a
N	B	13,47	23,89	24,14	20,50	b
T	C	12,72	20,15	22,76	19,55	c
O	D	13,93	25,58	24,83	21,45	ab
S						
Promedios		13,60	23,95	24,39		
Significación		b	a	a		

* *Leyenda: I- Consejo popular Los portales; II- Consejo Popular Punta de la Sierra; III- Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo).*
A-Plantón con pendiente; B-Sin plantón con pendiente; C-Sin plantón y sin pendiente; D-Debajo del plantón sin pendiente.
En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P < 0,05$.

En cuanto a la arena, en la tabla 4, se aprecia que el punto C (sin plantón y sin pendiente) superó en la retención del arena los puntos A (con plantón y con pendiente) y D (debajo del plantón, sin pendiente), en tanto sus resultados fueron similares a los del punto B (sin plantón y con pendiente), mientras que el sitio I “Consejo Popular Los Portales” retiene mejor la arena que los sitios II “Consejo Popular Punta de la Sierra” y III “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira”, que la retienen en menor proporción.

Tabla 4. Valores medios del porcentaje de arena.

			Sitios			Promedio	Significación
P			I	II	III		
U	A		70,01	27,73	33,78	22,09	b
N	B		71,87	35,19	35,22	20,50	ab
T	C		73,90	38,61	39,10	19,55	a
O	D		70,68	33,92	33,79	21,45	b
S							
Promedios			71,61	32,86	35,47		
Significación			a	b	b		

* Leyenda: I- Consejo popular Los portales; II- Consejo Popular Punta de la Sierra; III- Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo).
A-Plantón con pendiente; B-Sin plantón con pendiente; C-Sin plantón y sin pendiente; D-Debajo del plantón sin pendiente.
En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P < 0,05$.

En la tabla 5, se observan los porcentajes medios de materia orgánica, indicando que el punto A (con plantón y con pendiente) superó en la retención de materia orgánica a los puntos B (sin plantón y con pendiente) y C (sin plantón y sin pendiente), en tanto sus resultados fueron similares a los del punto D (debajo del plantón, sin pendiente), mientras que los sitios II “Consejo Popular Punta de la Sierra” retienen mejor la materia orgánica que los sitios I “Consejo Popular Los Portales” y III “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira”, que la retiene en menor proporción.

Tabla 5. Valores medios del porcentaje de materia orgánica.

		Sitios			Promedio	Significación
P		I	II	III		
U	A	2,97	3,85	2,77	3,20	a
N	B	1,42	2,23	1,44	1,70	c
T	C	0,76	2,03	0,98	1,26	d
O	D	1,90	2,75	1,97	2,21	b
S						
Promedios		1,77	2,75	1,79		
Significación		b	a	b		

* Leyenda: I- Consejo popular Los portales; II- Consejo Popular Punta de la Sierra; III- Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo).

A-Plantón con pendiente; B-Sin plantón con pendiente; C-Sin plantón y sin pendiente; D-Debajo del plantón sin pendiente.

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P < 0,05$.

En sentido general los resultados analizados en las tablas 2, 3, 4 y 5, arrojaron que en primer lugar el punto A (Plantón con pendiente) retiene mejor y en mayor proporción la arcilla, el limo y materia orgánica, mientras que la arena la retiene en menor proporción. En segundo lugar el punto D (debajo del plantón, sin pendiente) retiene en mayor proporción la arcilla, el limo, materia orgánica y la arena la retiene en menor proporción. En tercer lugar el punto B (sin plantón, con pendiente) retiene en mayor proporción la arcilla, el limo, materia orgánica y la arena la retiene en menor proporción. En cuarto lugar el punto C (sin plantón y sin pendiente) retiene en mayor proporción la arena y la arcilla, el limo, materia orgánica en menor proporción y en cuanto a sitios resultó en primer lugar el sitio II “Consejo Popular Punta de la Sierra”, el cual retiene en mayor proporción la arcilla, limo, la materia orgánica y en menor proporción la arena. En segundo lugar el sitio III “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira” pues retiene en mayor proporción la arcilla, limo y en menor proporción la arena y materia orgánica. En tercer lugar el sitio I “Consejo Popular Los Portales” ya que retiene en mayor proporción la arena y en menor proporción la arcilla, limo y materia orgánica. Esto se corresponde con lo reportado por Suárez (1967) y Cairo y Quintero (1980).

Estos resultados permiten fundamentar el papel protector de los plantones de *Bambusa vulgaris*, pues la especie en los sitios de estudios se encuentra en pendientes y a la orilla del río, lo cual significa que retiene bien la arcilla y el limo

que le proporciona al suelo que tenga una alta capacidad de retener elementos nutritivos en forma asimilable y además le facilita una alta retención de agua, confirmando de esta manera que los plantones de esta especie tienen la capacidad para lograr la estabilidad del material que forman en las orillas de los ríos, pues evita la acción directa de las lluvias y mejora las condiciones físicas y químicas por el aporte de materia orgánica al suelo y con ella su resistencia a la erosión, además evita que se puedan perder por lixiviación elementos nutritivos, coincidiendo con lo reportado por Stalling (1953).

2.3.2 Medidas de intercambio gaseoso en la especie.

2.3.2.1 Curvas de saturación CO₂. Estudio de caso, Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, municipio Guane.

La figura 33, refleja el comportamiento de las curvas de CO₂ de *Bambusa vulgaris* en el sitio muestreado, donde se observa un coeficiente de determinación fuerte ($R=0,82$) entre la concentración intercelular (C_i) y la fotosíntesis neta. Esto pudiera deberse a que la especie es una planta C₄, cuyo producto inicial de la fijación de CO₂ en mayor medida lo constituyen los ácidos dicarboxílicos de cuatro carbonos y la fotosíntesis C₄ se efectúa con la participación de enzimas del cloroplasto, el citoplasma y las mitocondrias.

Las plantas con fotosíntesis C₄ alcanzan tasas fotosintéticas muy altas ya que tienen alta afinidad de fosfoenolpirubato (PEP)-carboxilasa (la cual se encuentra en el citoplasma del mesófilo) por el CO₂ y de las reacciones exotérmicas de síntesis de fosfoenolpirubato (PEP). Esta alta afinidad de la enzima le permite mantener una alta tasa fotosintética, aún cuando los estomas se encuentran casi cerrados (Vázquez y Torres, 1995). Se observa que a medida que aumenta la concentración intercelular (C_i), se incrementan las tasas de fotosíntesis neta, y mientras menor sea menos fotosintetiza, reportándose tasas de fotosíntesis en la especie superiores a los 10 $\mu\text{moles CO}_2\text{m}^2\text{hoja/seg}$. Estos resultados son similares a los obtenidos por García (2006) para *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

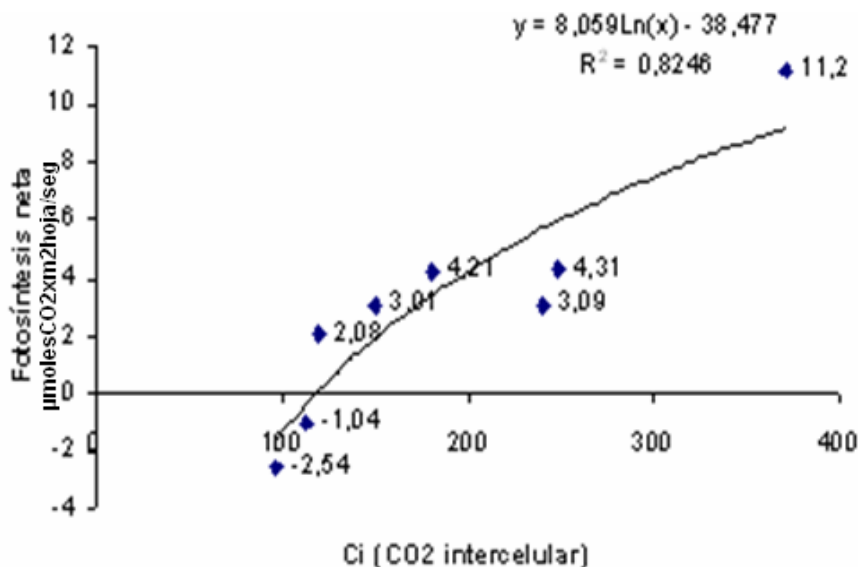


Figura 33. Curva de saturación de CO_2 en *Bambusa vulgaris*.

2.3.2.2 Curvas de luz. Estudio de caso, Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, municipio Guane.

La figura 34, muestra la curva de saturación de luz (hojas al sol) a las 3:00 pm, así como la relación existente entre la radiación fotosintéticamente activa y la fotosíntesis neta, obteniendo un coeficiente de determinación fuerte ($R=0,96$), lo cual indica que a medida que aumenta el PAR aumenta la fotosíntesis neta, con una tendencia creciente hasta alcanzar tasas de fotosíntesis neta de 18,4 y 20 $\mu\text{moles CO}_2\text{xm}^2\text{/hoja/seg}$. Estos resultados se corresponden con lo reportado por García (2006).

Vázquez y Torres (1995), por su parte reportan tasas de fotosíntesis en *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) y con hojas al sol de 5,5 $\mu\text{moles CO}_2\text{xm}^2\text{/hoja/seg}$., valores estos muy inferiores a los obtenidos con la especie en estudio.

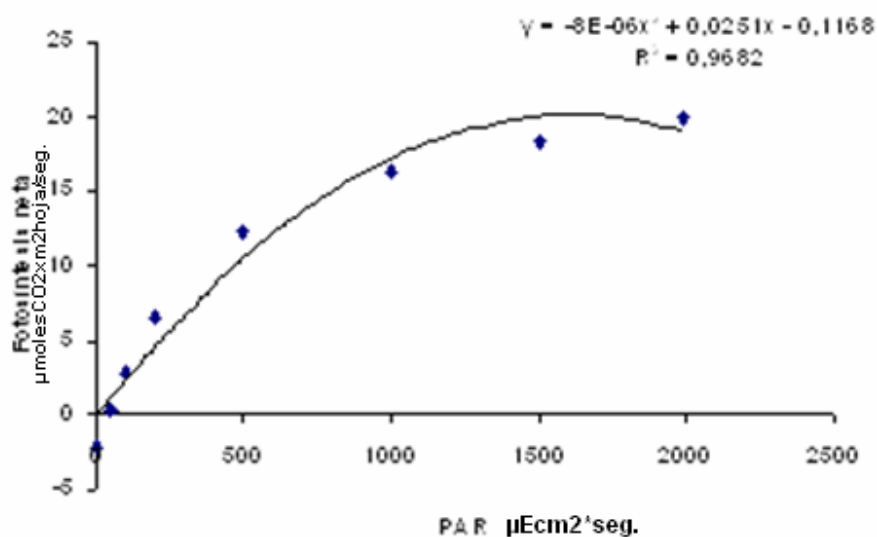


Figura 34. Curva de saturación de luz (hojas al sol) de *Bambusa vulgaris*.

En la figura 35, se aprecia la curva de saturación de luz para hojas a la sombra con un coeficiente de determinación fuerte (0,81). Estos resultados muestran que en el caso de hojas a la sombra los valores de fotosíntesis son inferiores a los obtenidos en hojas al sol, alcanzando valores desde -0,64 hasta $9,07 \mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2 / \text{hoja / seg.}$, debido fundamentalmente a que en esa hora ese lado del plantón está más expuesto a la sombra, y el movimiento del sol al parecer en estas horas del día permite que en determinados momentos la arquitectura de la planta provoque cierto autosombreo y disminuya la intensidad luminosa hacia el interior de los plantones. En este sentido Forset y Norman (1991), plantean que la probabilidad del paso del rayo solar a través de los elementos del dosel sin ser interceptados es una función del ángulo entre las hojas y la luz solar directa y el grado de dispersión del follaje, agrega Begon *et al.* (1995), que los efectos de sombra y el diámetro del disco foliar pueden provocar agrupaciones de haces luminosos separados por intervalos de baja iluminación. Plantea incluso que las hojas situadas en las capas inferiores pueden presentar una tasa de asimilación positiva y contribuir a la nutrición de la planta a la que pertenecen.

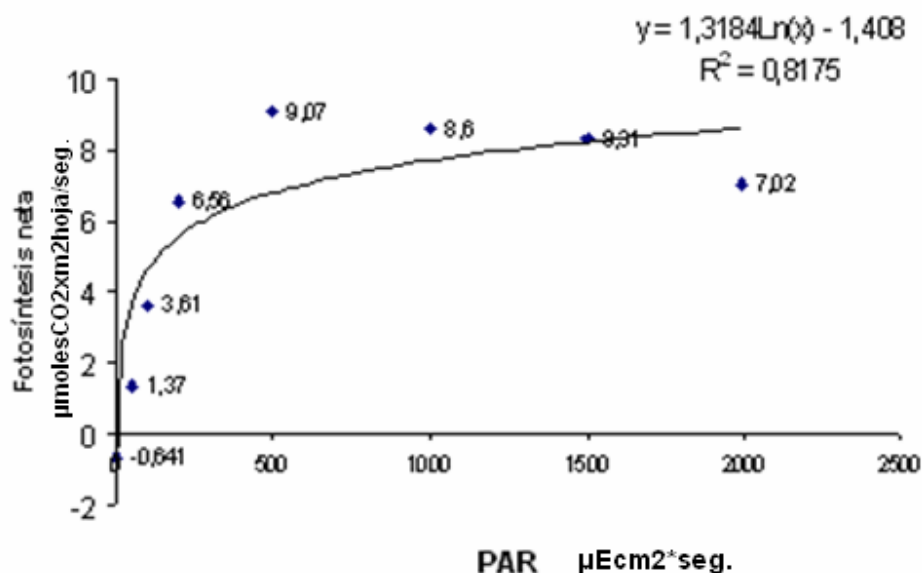


Figura 35. Curva de saturación de luz (hojas a la sombra) de *Bambusa vulgaris*.

También Orellana y Escanilla (1991), plantean que la dirección natural de la radiación fotosintéticamente activa complica la interceptación del coeficiente de absorción foliar íntimamente relacionado con la arquitectura de la planta. Vázquez y Torres (1995), por su parte reportan tasas de fotosíntesis en *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) con hojas a la sombra de $3,1 \mu\text{moles CO}_2 \text{ x m}^2 \text{ / hoja / seg.}$

2.3.2.3 Curva de fotosíntesis de evolución en el tiempo. Estudio de caso, Consejo Popular Los Portales.

En la figura 36, se muestra el comportamiento medio de la evolución de la fotosíntesis, apreciando variación en los incrementos de la fotosíntesis en diferentes horas del día. Las mayores tasas de fotosíntesis en las horas solares de la mañana se obtuvieron a partir de las 10:30 am, y precisamente a esta hora las plantas tienen abierto sus estomas; a partir de este punto se incrementa la fotosíntesis, con valores de 3,62; 12,4, 16,31 y $18,51 \mu\text{moles CO}_2 \text{ x m}^2 \text{ / hoja / seg.}$ y una diferencia notable entre la primera medida fotosintética y la siguiente de 3; 9; 4 y 2,2

$\mu\text{molesCO}_2\text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg.}$ respectivamente, produciéndose incrementos en la fotosíntesis, también se obtienen errores estándares inferiores a las 8:30 am y 4:30 pm. Se puede observar que para las horas del mediodía al estar sometidos los plantones a altas intensidades luminosas que elevan la temperatura de las hojas se produce un aumento de las tasas de fotosíntesis lo cual pudiera crear un déficit hídrico que provoque el cierre total o parcial de los estomas, sin embargo para esta especie las medidas indican que al parecer no cesa la fotosíntesis aunque cierre sus estomas, debido al CO_2 que ha sido acumulado en forma de ácidos C_4 (aspartato y malato) mientras que los estomas estaban abiertos, esta alta capacidad de fijación de CO_2 le permite tener reservas cuando los estomas se cierran. En este sentido los resultados coinciden con lo planteado por Vázquez y Torres (1995). Es válido aclarar que a las 4:30 pm se observan valores positivos, lo que quiere decir que a esta hora todavía las plantas continúan con su proceso fotosintético, ó sea que continúa el proceso de asimilación de CO_2 , a diferencia de otras especies como es el caso de *Pinus caribaea* var. *caribaea* que a esta hora recesa los mecanismos fotosintéticos (García et al., 2007 y 2009).

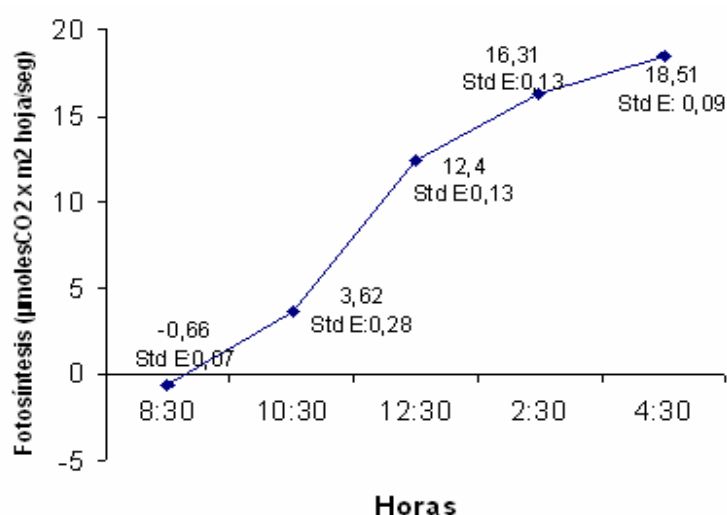


Figura 36. Comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis en *Bambusa vulgaris*.

2.3.3 Potencial hídrico.

El potencial hídrico se define como la tensión con que un cuerpo es capaz de absorber agua del ambiente (López, 2006). Esta cantidad de agua en la planta suele evaluarse por medio del potencial hídrico, el cual es un indicador del estado hídrico de la planta. El mismo varía con las condiciones ambientales y con la época estacional del año (Oliet, 2001).

En las figuras 37 y 38, se observa que existen diferencias significativas entre las medidas de potenciales hídricos para las dos épocas estacionales en cada uno de los sitios de estudio, obteniendo valores superiores en la época lluviosa.

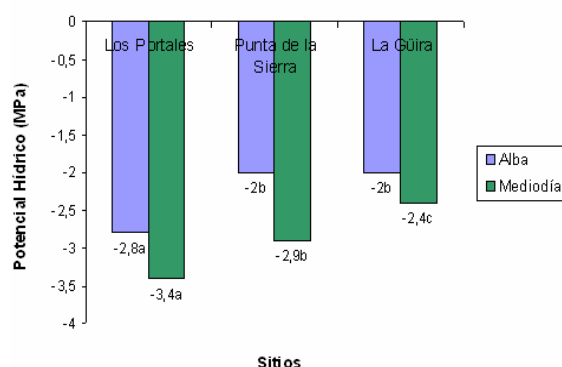
En las medidas del potencial hídrico al alba el sitio Consejo Popular Los Portales muestra diferencias significativas con los restantes en la época de sequía, sin embargo en época lluviosa no se presentan niveles de significación a esta hora; observándose que alcanzan los máximos valores al alba y los mínimos (más negativos) al mediodía, esto se debe a que la salida del sol estimula la apertura de los estomas en la planta, lo cual indica las pérdidas por transpiración y provoca el descenso del potencial, coincidiendo con lo planteado por (Oliet, 2001), donde manifiesta que la mayor parte de los procesos fisiológicos que va a realizar la planta están relacionados con el estado hídrico de la misma al alba, además esta medida estima muy bien la humedad en términos de potencial o energía, ya que de madrugada y después de muchas horas con los estomas cerrados las plantas se convierten en manómetros del potencial hídrico del suelo.

Es notable destacar que en la época de sequía en los sitios Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira en los plantones en horas de la mañana (alba), al parecer la célula no ha tomado agua en gran medida y le queda una gran tensión para succionar más. Los valores obtenidos en esta época estacional se consideran bajos (-2.0 / -2.8 MPa), ya que se encuentran dentro de los intervalos de los potenciales hídricos de plantas representativas de distintas zonas y bajo diferentes condiciones (0 hasta -210bar) según Vázquez y Torres (1995), lo cual indica el incremento del déficit hídrico, la tensión de agua y las fuerzas de absorción.

En horas del mediodía las medidas de potenciales hídricos para cada una de los sitios, oscilan en valores desde -2,4 hasta -3,4MPa.

En la época lluviosa que corresponde al mes de mayo en todos los sitios los plantones en horas de la mañana (alba) al parecer la célula ha tomado agua en gran medida y le queda poca tensión para succionar más agua oscilando en valores desde -0,42/-0,5MPa (-4,2 hasta -5bar), considerando que son altos los potenciales hídricos ya que se encuentran dentro del rango óptimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad (-2 a -8bar), según Vázquez y Torres (1995), lo cual favorece el crecimiento de las hojas y los plantones al encontrarse dentro de estos límites.

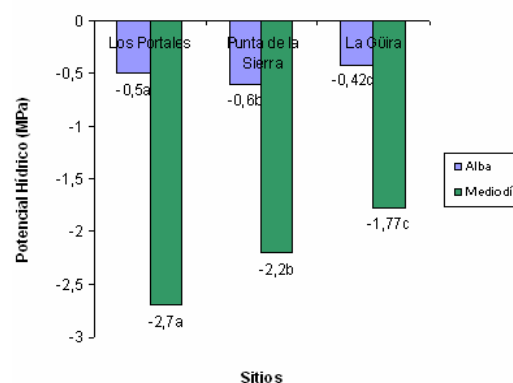
En horas del mediodía oscilan en valores desde -1,77 hasta -2,7MPa, reportándose con valores significativamente superiores en el sitio Los Portales respectivamente. En ambos períodos los valores menos negativos se obtienen en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira donde la especie se desarrolla sobre los suelos más arcillosos facilitando mayor retención de humedad.



En las barras letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P > 0,05$.

Alba: Desv. estd. 1,21 y error estd. 0,29
Mediodía: Desv estd. 1,38 y error estd. 0,21

Figura 37. Medias de potencial hídrico al alba y al mediodía (MPa) por sitios en época de sequía.



Alba: Desv. estd. 1,12 y error estd. 0,03
Mediodía: Desv estd. 0,46 y error estd. 0,10

Figura 38. Medias de potencial hídrico al alba y al mediodía (MPa) por sitios en época lluviosa.

En época de sequía se obtuvieron diferencias de -0,6; -2,7 y -2,2 MPa entre las medidas del alba y el mediodía y en época lluviosa diferencias de -2,2; -1,7 y -1,35 MPa para los sitios Consejo Popular Los Portales; Consejo Popular Punta de la

Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, respectivamente, notándose que alcanza las mayores diferencias en la época de sequía (-2,7MPa) en el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, lo cual se debe a las características físicas de este edatopo, pues se trata de un suelo con una mayor cantidad de arcilla, lo cual a pesar de no existir un nivel precipitaciones en el sitio tan abundante se ha mantenido con humedad.

2.3.4 Transpiración.

2.3.4.1 Curvas de pérdidas de peso.

En las figuras 39 y 40, se muestran las curvas de pérdidas de peso para cada uno de los sitios tanto en época de sequía como lluviosa. En la misma se puede apreciar que se produce una disminución del peso fresco medio a medida que avanza las horas del día disminuyendo totalmente a la 1:00 pm para todos los sitios.

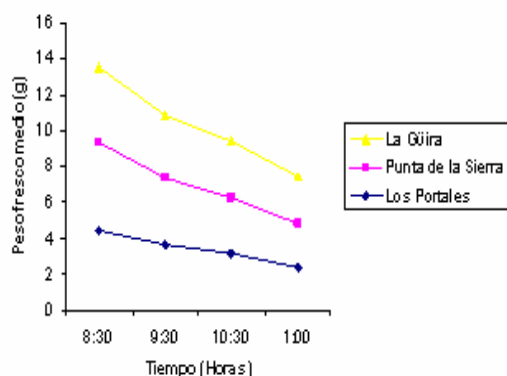


Figura 39. Curva de pérdida de peso por sitios, época de sequía.

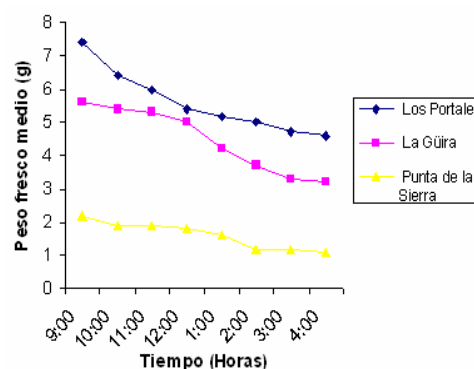


Figura 40. Curva de pérdida de peso por sitios, época de lluviosa.

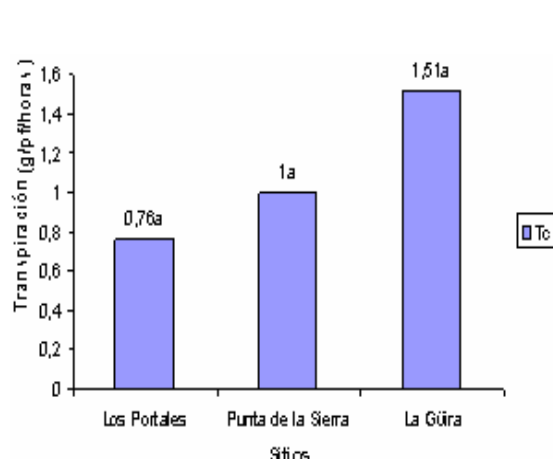
En el sitio Consejo Popular Los Portales la curva de pérdida de peso presenta pocas variaciones, aunque existe un comportamiento más pronunciado en los primeros momentos, lo cual indica que la planta pierde casi todo el agua al inicio, manteniéndose casi constante en horas después, siendo esto una característica propia del sitio ya que como se explicó en el epígrafe 2.3.1 se trata de un suelo que retiene mayor cantidad de arena y por tanto retiene menos el contenido de agua.

En el caso de los restantes sitios las variaciones de la curva son mayores y precisamente en estos es donde se concentra una mayor cantidad de arcilla, lo cual hace que haya una mayor retención de agua.

2.3.4.2 Valores medios de transpiración.

La transpiración es la pérdida de agua en forma de vapor, la cual puede salir al aire a través de la cutícula, las lenticelas y los estomas.

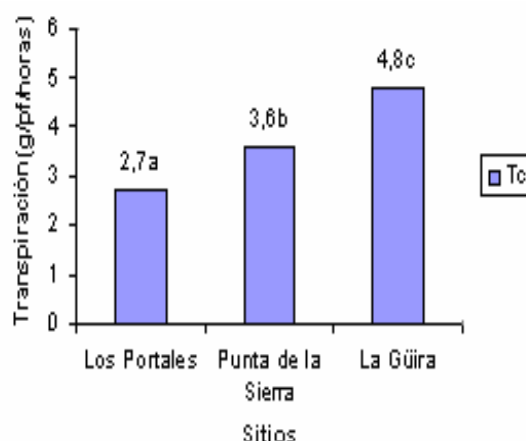
En las figuras 41 y 42, se muestran los valores obtenidos en la transpiración para la época de sequía y lluviosa, observando que no existen diferencias significativas entre los sitios de estudio en época de sequía, en cambio en época lluviosa sucede lo contrario, obteniéndose para ambas épocas estacionales la más alta tasa de transpiración en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, debido a lo planteado anteriormente, pues este sitio, por las características edáficas, y las adaptaciones de esos plantones a tener siempre el recurso disponible aunque no sea significativo el residual dentro de las paredes celulares exteriores, presentan mayor retención de agua y hacen que la planta transpire más, le sigue en orden descendente el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, y después el sitio Consejo Popular Los Portales, cada uno en niveles de significación diferentes.



En las barras letras iguales no difieren significativamente para la prueba de Tukey con una $P > 0,05$

Desv. estd. 1,06 y error estd. 0,23

Figura 41. Medias de transpiración por sitios, época de sequía (g/pf/horas).



Desv. estd. 1,87 y error estd. 0,40

Figura 42. Medias de transpiración por sitios, época lluviosa (g/pf/horas).

Estos resultados se corresponden con lo descrito anteriormente, por lo que se puede decir que uno de los factores que afecta la transpiración es el contenido de agua en el suelo asociado a características morfológicas que desarrollan las

mismas. Estos criterios coinciden con lo obtenido por García *et al.* (2008), Fernández (2008) y Frineza (2008), donde analizan el comportamiento de las tasas de transpiración cuticular así como los factores que afectan la misma en especies de coníferas en diferentes ambientes.

2.3.5 Porcentajes de carbono y nitrógeno en las plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

El rol de los árboles en la captura del gas carbónico ha sido muy discutido en virtud de su potencial para reducir el efecto invernadero. Sin embargo, pocos trabajos han sido realizados con énfasis en comprobar científicamente el stock y la dinámica del carbono en las diferentes especies. Las inmensas dificultades operativas impuestas por los estudios de biomasa son barreras difíciles de vencer en la esclarecimiento de este fenómeno (Sanquetta *et al.*, 2001).

Como se conoce cuando se destruye un bosque, el carbono almacenado en los árboles se libera a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales gases causantes de efecto invernadero. El importante papel que juegan los bosques en el ciclo del carbono en el planeta y su función podría hacerse más crítica si continúan los ritmos actuales de destrucción de estos reservorios, sobre todo en las regiones tropicales.

El componente aéreo del estrato arbóreo constituye uno de los principales almacenes de biomasa y por tanto de carbono en los sistemas tradicionales de manejo (Acosta *et al.*, 2002). En las figura 43 y 44, se muestran los porcentajes de carbono que retiene la especie en sus hojas y culmos, oscilando en valores desde 43,38% hasta 48,30%. Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Mercadet *et al.* (Inédito) para culmos en especies latifolias.

La cantidad de carbono fijado en los árboles y los bosques depende del índice de crecimiento y la edad. Los árboles absorben gran cantidad de carbono cuando son jóvenes y crecen rápidamente. Sin embargo a medida que los rodales se acercan a la madurez los índices de crecimiento disminuyen al igual que la fijación de carbono (Benítez, 2006). Este mismo autor, reporta valores de retención de carbono para la especie *Casuarina equisetifolia* Forst. en hojas y fuste, resultando con valores

superiores a los de la especie en estudio para el fuste (59%) e inferiores para las hojas (10%).

Se debe señalar que la capacidad de absorción de carbono atmosférico también está relacionada con el manejo que se le realice a la masa boscosa, la variación del clima y el incremento del CO₂ en la atmósfera (Brown, 2002). Las plantaciones bien manejadas pueden tener mayor cantidad de carbono.

La FAO (2006) y otros grupos de expertos han estimado que la retención mundial de carbono producida por la disminución de la deforestación, el aumento de la repoblación forestal y un mayor número de proyectos agroforestales y plantaciones podrían compensar un 15% de las emisiones de carbono producidas por los combustibles fósiles en los próximos 50 años.

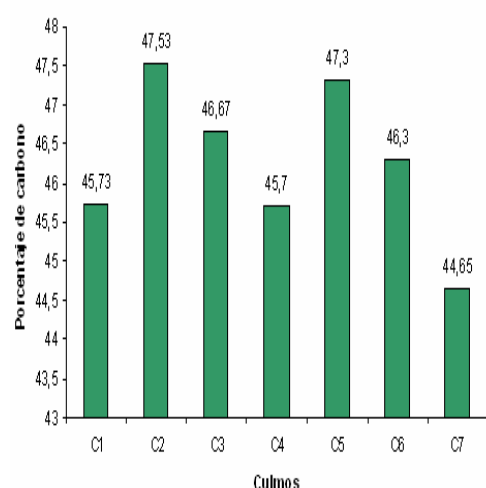


Figura 43. Porcentaje de carbono retenido por los culmos.

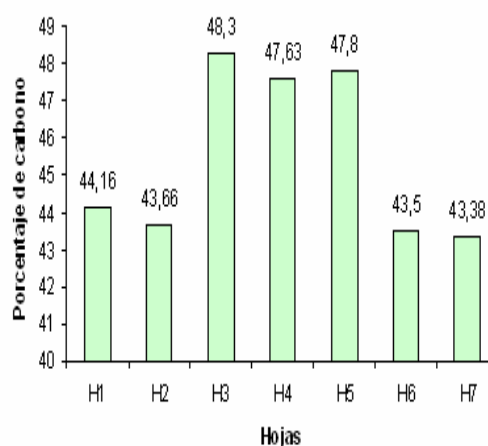


Figura 44. Porcentaje de carbono retenido por las hojas.

En las figuras 45 y 46, se muestran los porcentajes de nitrógeno tanto para hojas y culmos de la especie en estudio, resultando las hojas con valores superiores a los culmos. En el caso de los culmos los porcentajes oscilan entre 0,23 y 0,49%, encontrándose según Kollmann (1959), dentro del rango para la riqueza en nitrógeno, donde reporta valores entre 0,04 y 0,26% para especies leñosas (coníferas y latifolias). En el caso de las hojas los valores oscilan entre 3,37 y 4,39%. A partir de los valores obtenidos se aprecia la importancia de la

determinación del nitrógeno presente en la biomasa aérea pues en su conjunto representan un 29,01% del nitrógeno presente en las plantaciones de esta especie.

Almeida (2003), reporta valores de nitrógeno para especies latífolias de la Ciénaga de Zapata en madera de 0,09 hasta 0,36% y en hojas de 0,86 hasta 3,21%.

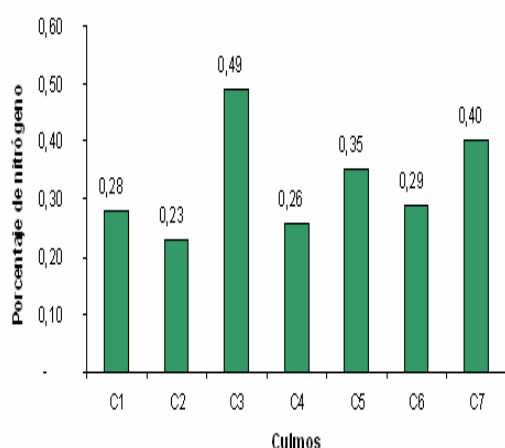


Figura 45. Porcentaje de nitrógeno por los culmos.

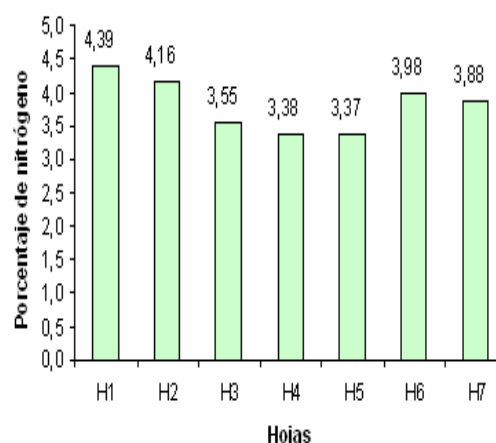


Figura 46. Porcentaje de nitrógeno por las hojas.

2.3.6. Análisis de elementos minerales en hojas.

La cantidad de minerales presentes en las hojas de los plantones de *Bambusa vulgaris* resulta de gran expectativa, pues el análisis de los mismos permite conocer cuál es el aporte de estos minerales desde el suelo, los cuales juegan un papel fundamental en la dinámica de su crecimiento, acentuado aún más en especies C₄ y de rápido crecimiento como es el bambú, que en ocasiones pueden verse limitadas por la escasa reserva de nutrientes.

En la tabla 6, se muestran los valores medios de los porcentajes de las concentraciones de peso seco de cada uno de los elementos químicos presentes en el follaje de la especie.

Tabla 6. Porcentaje medio de peso seco en hojas de *Bambusa vulgaris*.

Elementos minerales	% de peso seco	Desviación estándar	Error estándar
Ca	0,69	0,08	0,03
K	3,03	0,20	0,07
Mg	0,45	0,18	0,07
Na	0,12	0,06	0,02
P	0,79	0,06	0,02

Los resultados de la tabla anterior indican que todos los elementos se encuentran en los rangos admisibles según valores reportados por Hernández (2005), o sea que no se detectan deficiencias de estos elementos en la planta, siendo los más representativos el fósforo y el potasio, elementos de gran importancia para el desarrollo de las plantas. En el caso del fósforo participa en los procesos metabólicos vegetales como la fotosíntesis, la glucólisis, la respiración, entre otros y en el caso del potasio actúa en la transferencia de energía, además regula la permeabilidad celular e incrementa la absorción de agua de la célula.

El gradiente de repartición de los elementos minerales presentes en las hojas de esta especie resultó de la siguiente manera: K>P>Ca>Mg>Na.

Los valores obtenidos de potasio, fósforo, calcio y sodio en la especie son superiores a los obtenidos en *Bambusa bambos* (L.) Voss, con excepción del magnesio que es inferior (Shanmughavel y Francis, 1995). De igual forma los resultados obtenidos por Clemente (1983), para especies australianas tales como *Eucaliptos sp* y *Quercus ilex* reflejan valores por debajo a los de la especie en estudio.

2.3.7 Agrupamiento general de las variables de autoecología de la especie.

La figura 47, muestra el dendrograma realizado a partir de un agrupamiento general en las variables de autoecología de la especie *Bambusa vulgaris*.

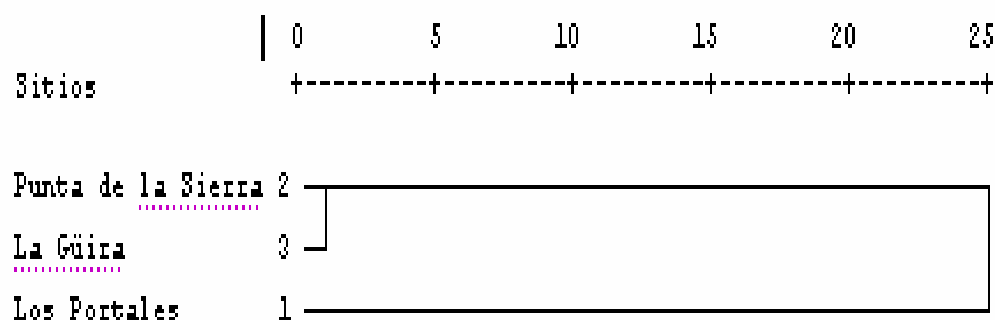


Figura 47. Dendrograma general de las variables de autoecología.

El dendrograma general que incluye las variables de autoecología de la especie brinda la formación de dos grupos principales, uno compuesto por el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira y otro por Consejo Popular Los Portales. En el primer grupo es donde se obtienen los mejores resultados en las evaluaciones de las variables ecológicas y funcionales, lo cual significa que en estos sitios las plantaciones puras y compactas de la especie retienen mejor la arcilla, el limo y en menor proporción la arena, la materia orgánica se presenta en cantidades superiores, proporcionando al suelo que tenga una alta capacidad de almacenar elementos nutritivos en forma asimilable y además le facilita una alta acumulación de agua, lo cual favorece los rendimientos y la productividad de las mismas. Los atributos funcionales relacionados con el potencial hídrico, y transpiración muestran valores más deseables y en el segundo grupo se encuentra el sitio Consejo Popular Los Portales, donde el comportamiento de todas las variables analizadas se muestra con resultados más desfavorables para el desarrollo de la especie.

La distancia euclidiana por su parte mide la proximidad entre casos o grupos de casos y sus valores crecen en función de la distancia según Álvarez (1995). Como se aprecia el grupo más distante es el segundo, con una distancia euclidiana de 25 unidades aproximadamente.

2.4 Conclusiones.

- Las condiciones edáficas para la especie *Bambusa vulgaris* en los sitios de estudio manifiestan una mayor retención de arcilla y limo, propiciando la retención de humedad, aunque el sitio Consejo Popular Los Portales lo hace en menor proporción.
- Existen diferencias notables en las curvas de saturación de CO₂ y luz, así como tasas considerables de evolución diaria de la fotosíntesis, manifestando que la especie a las 4:30 pm continúa con el proceso de asimilación de CO₂.
- Los potenciales hídricos reflejan diferencias entre épocas estacionales, obteniéndose valores menos negativos en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo), donde la especie se desarrolla sobre suelos arcillosos facilitando mayor retención de humedad, siendo además el de mayores tasas de transpiración.
- El porcentaje de carbono retenido por las hojas y culmos resulta con valores similares, desde 43,38% hasta 48,30%, sin embargo para el nitrógeno las hojas presentan valores superiores a los culmos.
- El análisis de los nutrientes en hojas de la especie indica que la misma no presenta deficiencias nutricionales.

CAPÍTULO III

Capítulo 3. Estado actual de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* en diferentes condiciones ecológicas.

3.1 Introducción

La conservación y el desarrollo sostenible de todos los tipos de bosque a nivel mundial ocupan un lugar de preferencia en la política internacional. Conservar los bosques tropicales para las generaciones futuras es esencial para un desarrollo económico sostenible en los trópicos. La conservación depende de las expectativas y las necesidades actuales de la sociedad y, sobre todo de la calidad del manejo forestal (Prabhu *et al.*, 1996 y 1999).

En Cuba al igual que en otros países en desarrollo, se observan afectaciones a la diversidad biológica debido a la antropización, lo que trae como consecuencia que se hayan modificado muchos hábitats naturales para su uso. Sin embargo, en la actualidad se hacen esfuerzos y toman medidas encaminadas a un desarrollo sostenible, con la conservación de los recursos naturales y la recuperación de los que se han degradado. Los ecosistemas más amenazados en Cuba son los costeros, bosques húmedos tropicales, humedales de agua dulce, pinares y matorrales secos (sobre caliza o serpentinita) (Brito, 2000).

El estado del ecosistema se determina evaluando los ambientes y las poblaciones. Los ambientes se evalúan en términos de cantidad de biomasa, materias orgánicas que producen, calidad del agua que circula y características físicas, químicas y biológicas del suelo. Las poblaciones se evalúan en términos de número de individuos, presencia o ausencia de especies naturalizadas. El resultado de estas evaluaciones indica si el ecosistema está en equilibrio, amenazado o si se ha deteriorado (Baena *et al.*, 2003).

Un ecosistema deteriorado muestra poblaciones reducidas, especies foráneas o introducidas, es decir, que no son originarias del lugar en que se encuentran. Además pérdida de especies naturalizadas, suelos y aguas deterioradas o contaminadas y zonas núcleo fragmentadas. Estas alteraciones ocurren como resultado de la explotación agrícola, pecuaria o industrial dentro o cerca de la reserva, o de la urbanización. Si este es el caso, el equilibrio se restablece recolonizando las zonas sin vegetación, reforestando los nacimientos de agua,

reintroduciendo las especies perdidas y erradicando las invasoras, descontaminando las aguas y restringiendo las actividades que puedan amenazar el ecosistema (Baena *et al.*, 2003).

La protección es una herramienta encaminada a resguardar y conservar los recursos naturales y culturales, mediante estrategias integrales que garanticen la adecuada conservación de los mismos (Ballester, 1998).

La sostenibilidad de un mundo tan cambiante se ve comprometida por la disminución de los bosques para disponer de más tierras para incrementar los cultivos de alimentos, materia prima para las industrias, madera y leña. Sin la protección de los bosques, los suelos se erosionan y se hacen menos profundos; presas y lagos se secan por sedimentación; disminuye la fijación del dióxido de carbono, aumenta el calentamiento de la tierra y se reduce la biodiversidad. Los bosques continuarán desapareciendo en el próximo período sin que por ahora se cuente con formas verdaderamente seguras de evitarlo; entre las formas más eficaces que se presentan para disminuir esa destrucción están su explotación y desarrollo ordenado; y las prácticas de manejo sostenible. La ordenación forestal sostenible puede definirse como la explotación de la madera en una tasa media anual que no supere a la que incrementa el bosque; también como el sistema que permite el uso múltiple de los bosques en forma que no se sacrifique su capacidad total de producir madera y otros productos (Jaula, 2002).

Las plantaciones forestales se definen como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o indígenas que cumplan con los requisitos de una superficie mínima de 0,5ha; una cubierta de copa de menos del 10% de la cubierta de la tierra, y la altura total de los árboles adultos por encima de los 5m. En las respuestas de los países, los términos “bosque hecho por mano humana” o “bosque artificial” fueron considerados sinónimos de plantaciones forestales. El propósito y la propiedad de las plantaciones forestales varían entre las regiones. Las plantaciones industriales proporcionan la materia prima para el procesamiento de la madera para la construcción, para tableros y muebles, y pulpa de madera para papel. Al contrario, las plantaciones para fines no industriales tienen la finalidad, por ejemplo,

de suministrar leña, proporcionar servicios de conservación de los suelos, agua, protección contra el viento, mantenimiento de la diversidad biológica y otros fines no comerciales. En países en desarrollo el propósito final de las plantaciones no ha sido definido. En algunos establecen que tenga coincidencia si satisfacen las necesidades futuras. Desde el punto de vista mundial, el 48% de las plantaciones forestales está destinado a fines industriales; el 26% a fines no industriales (leña, suelos, agua, otros); y el 26% no se especifica. En el ámbito mundial, el 34% de las plantaciones industriales es de propiedad pública, el 29% es de propiedad privada y el 37% se atribuye a otro tipo de tenencia o no ha sido especificado. Entre las plantaciones para uso no industrial, el 41% son de propiedad pública, el 37% son de propiedad privada y 22% se atribuye a otro tipo de tenencia o no ha sido especificado (FAO, 2000).

Aproximadamente existen unos 14,8 millones de ha de bosques plantados, donde África representa sólo el 5% del total mundial. De esta proporción, unos 3 millones de ha fueron plantados para protección y el resto para obtener productos forestales tanto madereros como no madereros (por ejemplo, goma arábiga). La plantación media anual en África entre 1990 y 2005 se estimó en unas 70 000ha, menos del 2% de la tasa de plantación mundial. En varios países, el área de bosque plantado se ha reducido en los últimos años. Con la excepción de Sudáfrica, la mayoría de los bosques plantados son creados y gestionado. La mayor parte de los bosques plantados se encuentran en Australia, China, Filipinas, la India, Indonesia, Nueva Zelandia, Tailandia y Viet Nam. Las inversiones en bosques plantados, sobre todo procedentes del sector privado, han aumentado en los últimos dos decenios. Los bosques plantados se están convirtiendo en el pilar principal de la producción maderera en la región. Se han constatado, asimismo, notables inversiones en la plantación con fines protectores; prácticamente una tercera parte de los bosques plantados de la región se han creado para protección ambiental, principalmente en China y la India. La región de América Latina y el Caribe cuenta con unos 12,5 millones de ha de bosques plantados. Esta cifra representa únicamente el 5% de la superficie forestal plantada del mundo (FAO, 2006) pero la región está emergiendo como líder en plantaciones forestales de alta productividad. Países como Argentina,

Brasil, Chile y Uruguay poseen el 78% de los bosques plantados de la región. El desarrollo de las plantaciones, liderado por el sector privado, es apoyado por los gobiernos a través de políticas favorables e incentivos financieros. Las proyecciones actuales sugieren un aumento de la superficie de bosques plantados en la región desde 12,5 millones de ha en el 2006 hasta 17,3 millones de ha en 2020. La disponibilidad de tierras adecuadas y la existencia de un clima favorable de inversión permitirán a la región, especialmente a América del Sur, mantener su ventaja comparativa en la actividad forestal basada en plantaciones forestales (FAO, 2009).

Las plantaciones se utilizan para rehabilitar tierras frágiles y degradadas que tienden a la erosión del suelo, al drenaje excesivo y escurrimiento del agua. La quema y el cultivo excesivo pueden contribuir a la pérdida de nutrientes y a la erosión del suelo, con una consecuente pérdida de productividad en los sitios de siembra de las plantaciones (FAO, 2000).

Una característica particular de la mayoría de los suelos destinados a plantaciones forestales, es una alta compactación, debido a la ausencia de la vegetación y a la presencia de grandes cantidades de partículas arcillosas (aproximadamente del 50%) (Álvarez *et al.*, 1988).

La época de plantación está determinada por el advenimiento de las lluvias, comenzando la misma tan pronto como el suelo contenga la humedad suficiente, debiendo culminar un mes antes del fin del período lluvioso (Betancourt, 1987 y Álvarez *et al.*, 1988).

Estos mismos autores señalan que no es recomendable sembrar o plantar si al repoblado no se le brinda el cuidado mínimo para que alcance un estado de independencia tal que garantice un bosque de calidad (Betancourt, 1987 y Álvarez *et al.*, 1988).

Es importante señalar que para lograr un bosque con calidad como se señala anteriormente se debe realizar inventarios que permitan hacer valoración de los recursos forestales pues constituye una necesidad indudable para el manejo y aprovechamiento de los mismos, así como para el estudio de las exigencias ecológicas de cada especie, su capacidad y su crecimiento en cada condición dada.

Evidentemente las plantaciones son afectadas en gran medida por los huracanes. Cuba, en particular se ve afectado por este fenómeno y está caracterizado por un incremento sustancial en el monto de las pérdidas económicas de los huracanes de los últimos 20 años. Centella *et al.* (2001), plantean que los huracanes son un elemento importante del clima cubano, si se toma en cuenta que en los últimos 200 años, 127 huracanes han afectado a Cuba y de ellos 24 grandes huracanes. El evidente impacto socio-económico que produce la afectación directa de un huracán a Cuba hace que los aspectos de su variabilidad interanual presenten una importancia significativa en términos de riesgos. Períodos de años con mucha actividad de huracanes en la cuenca del Océano Atlántico, son seguidos de años con relativa baja actividad, en un ritmo gobernado por variados y complejos factores a escala global y regional. Por ejemplo, el período de 1975-1995 ha sobresalido como uno de los 20 años de menor actividad de ciclones tropicales en Cuba, mientras que la afectación de los huracanes Lili en 1996, George en 1998 y la tormenta tropical Irene en el 1999, parecen indicar un cambio hacia un período más activo, por lo que podría comenzar también un período en que la economía del país podría hacerse nuevamente más vulnerable por efecto de la incidencia de los mismos.

Los huracanes afectan el bambú, sin embargo según criterios de Francis (1993), se considera que la especie es muy resistente a los efectos del viento. Solamente los vientos huracanados tienen algún efecto sobre los macizos. Durante vientos muy fuertes como los del huracán Hugo que pasó sobre Puerto Rico en 1989, todas las cañas en un macizo a una altura de 3 ó 4m fueron quebradas y torcidas. Después de este daño los macizos recobraron su aspecto y densidad normal en un espacio de dos años.

En Cuba la situación es similar y en particular en la provincia de Pinar del Río los vientos huracanados de más de 118km/horas de los huracanes Gustav e Ike en el año 2008, incidieron sobre todos los macizos a lo largo y ancho de los ríos, ocasionando quemaduras en las hojas y además muchos culmos se partieron.

La especie *Bambusa vulgaris* es nativa de la India, actualmente se encuentra representada en todo el país (MINAG, 2005). Se argumenta que es la más frecuente del sureste asiático, cultivada en todos los pueblos (Dransfield y Widjaja, 1995). El uso de fragmentos como estacas con un nudo por lo menos arriba de la superficie también es efectivo (Khan, 1972; McClure, 1966). Las cañas usadas para esto deben ser jóvenes, ya que la capacidad de arraigar disminuye marcadamente con la edad (Londoño, 2004).

Los sitios de estudio se caracterizan por la presencia de plantaciones puras y naturalizadas de *Bambusa vulgaris* con amplia gama de rebrotes bien desarrollados en las orillas del río, aunque no están bien conservados. Estos sitios se distinguen por tener diferentes tipos de vegetación de matorral o xerófila de mogotes en zonas abruptas y semicaducifolias. También se encuentra en suelo aluvial, pardo con carbonatos y ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, las características físico-químicas resultan muy apropiadas para la agricultura, por lo que se producen muchas talas para facilitar la actividad agropecuaria. Estas zonas tienen mayor debilidad erosiva pero la especie ha favorecido la misma.

La especie *Bambusa vulgaris* en el país lleva implícito fundamentalmente roles ambientales (protector ecológico) ya que reduce el efecto de la erosión hídrica, atenúa el impacto de la lluvia y favorece el mantenimiento de la firmeza del suelo. Este último efecto es particularmente importante en tierras en declive y propensas a desprendimientos, donde estos fenómenos son siete veces más frecuentes (FAO, 2001).

El bambú es un cultivo plantado por los agricultores y forestales, fundamentalmente en el norte de la India, en China central y en Viet Nam. Cuenta con un área estimada de 7 a 17 millones de ha y en China tiene un área entre 4 y 6 millones de ha (INBAR, 2005).

La mayoría de los bambúes se desarrollan en la mayoría de los suelos de Cuba, excepto en las ciénagas y los suelos salinos. Hasta diciembre del año 2007 se reporta una existencia total de 1 147ha, distribuidas de la siguiente manera: Pinar del Río 60,8ha, La Habana 15,2ha, Ciudad Habana 155,7ha, Matanzas 3ha, Villa Clara 48,9ha, Cienfuegos 34ha, Sancti Spiritus 13,5ha, Ciego de Ávila 0ha,

Camagüey 139,4ha, Las Tunas 1ha, Holguín 81,8ha, Granma 323,8ha, Santiago de Cuba 206ha, Guantánamo 63,4ha e Isla de la Juventud 0ha (MINAG, 2007).

3.2 Materiales y métodos.

3.2.1 Toma de información sobre dinámica de plantaciones de la especie.

Para caracterizar la dinámica forestal de la especie se tomó información del registro del Servicio Estatal Forestal (SEF) del municipio Guane y de la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije, en un período de seis años, desde el año 2000-2005. Para obtener las informaciones necesarias se empleó el registro de Ordenación Forestal de la empresa, en los diferentes años de evaluación, y se obtuvieron datos históricos de superficie de la especie, superficie actual de cubierta, superficie de tala y afectaciones por incendios forestales.

3.2.2 Toma de muestras y metodología utilizada para inventario y cálculo del biovolumen.

Para evaluar los plantones dentro de los sitios seleccionados para el estudio primeramente se realizó un inventario en el año 2002, sobre la base de las metodologías establecidas por Álvarez *et al.* (2003) y Wong (1995), donde se realizó una descripción de cada uno de los sitios de estudio, teniendo en cuenta ubicación topográfica del plantón, detallando si se encuentra en riberas con cursos de aguas permanentes e intermitentes, laderas, pendientes, tipo de suelo y vegetación asociada ó masas puras.

Se determinó el tamaño de la muestra a través del método propuesto por Calero (1978), como se presenta a continuación con un error experimental de 0,10 y un nivel de confiabilidad del 95%, donde se muestreó un total de 22 parcelas por cada sitio. La distribución de las parcelas se realizó mediante el método de muestreo aleatorio simple, que consistió en distribuir las parcelas mediante una selección al azar, donde cada parcela tiene la misma probabilidad de ser elegida para formar parte de la muestra (Ferreira, 1994). Desde el punto de vista estadístico, este diseño es una aplicación exacta de las leyes probabilísticas, por lo que sus resultados tienen alta confiabilidad, son imparciales y consistentes (Calderón *et al.*, 2002).

Se tomaron parcelas con área de 10x10m², donde la masa de *Bambusa vulgaris* era compacta, con un ancho de faja de 30m, encontrándose en el área total 96 plantones representativos del sitio Consejo Popular Los Portales, 95 plantones del Consejo Popular Punta de la Sierra y 95 plantones del sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{1 - \frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p (1 - p)}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z_{1 - \frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p (1 - p) - \frac{1}{N}}$$

Leyenda

n: tamaño de muestra.

d: error máximo permisible (0,10)

p: probabilidad de éxito (0,5).

N: tamaño de la población.

En cada parcela se realizó la enumeración de los plantones, se midió el área del plantón, número de brotes, número de culmos verdes, adultos y secos, longitud de culmos verdes y adultos, diámetros de tallos verdes y adultos exteriores, peso de culmos verdes y adultos, grosor de la pared a 1,30m (mm), total de ha de bambú y número de plantones. Para estas últimas mediciones relacionadas con peso y grosor de la pared de los culmos se tuvieron que cortar los tallos con un machete y se utilizó una cinta métrica para el caso del diámetro exterior y un pie de rey para las medidas del grosor de la pared.

Después se procedió al cálculo del volumen exterior, volumen interior, biovolumen total en el plantón (m³), biovolumen total por área (m³/ha) y los biovolúmenes medios (m³/ha). A continuación se muestra la fórmula empleada para el cálculo del biovolumen:

$$Bi (m^3) = VE - VI$$

VE: Volumen exterior.

VI: Volumen interior.

d_E: Diámetro exterior.

d_i : Diámetro interior.

$$VE, VI = \frac{\Pi}{4} * d_{E,I}^2 * l$$

Posteriormente, tras el paso de los huracanes en estos sitios en el año 2005 se visita nuevamente el área y se evalúan los plantones que quedaron en pie, para contar con una medida de biovolumen antes y después de los huracanes.

3.2.3 Metodología para la evaluación del estado actual de conservación de las plantaciones de la especie.

El estado de conservación de las plantaciones protectoras se evaluó a través de descripciones de los plantones en los sitios de estudio desde el año 2000-2005, donde se adaptaron los criterios de García (2006): grado antropogénico, estructura de la vegetación (clases diamétricas, niveles del vuelo arbóreo y composición de la vegetación), presencia de talas, presencia de la regeneración natural y estado sanitario.

El grado antropogénico se describió como bajo, moderado, y de alta antropización, considerando **bajo** aquellos sitios que resultaron con poca o casi ninguna alteración (menos del 5%), como **moderado**, los que muestran cerca de un 50% de afectaciones por el hombre y **alta** antropización, los que reflejan una gran influencia antrópica (más del 80%).

La estructura de la vegetación, se evaluó teniendo en cuenta las clases diamétricas, los niveles del vuelo arbóreo y la composición de la vegetación (Lamprecht, 1990 y Louman *et al.*, 2001).

Los niveles del vuelo arbóreo fueron estimados a partir de la clasificación de estructura vertical del vuelo (Lamprecht, 1990), donde plantea que el piso superior presenta una altura mayor de 2/3 de la altura superior del vuelo, el piso medio, una altura menor que 2/3 y mayor que 1/3 y el piso inferior, una altura menor de 1/3 de la altura superior del vuelo.

La composición de la vegetación se describió identificando por cada sitio las especies dominantes.

Las talas se evaluaron sobre la base de observaciones y se clasificaron como talas legales y talas ilegales, al igual que la regeneración natural, identificando regeneración tanto en estado de diseminado, brinzal y latizal, según lo descrito por (Sáenz y Finegan, 2000).

El estado sanitario se evaluó de bueno, regular y malo, considerando bueno, aquellos plantones que presentan menos del 5% de afectación por plagas y enfermedades; regular cuando se observen de ligeras a moderadas afectaciones en los plantones y malo cuando gran parte de los plantones se encuentren afectados.

Con toda esta información se hizo una clasificación en cinco categorías que reflejan la intensidad de las amenazas percibidas: muy amenazada, amenazada, vulnerable, riesgo reducido y no hay riesgo. Considerando la categoría muy amenazada cuando se cumplen los siguientes supuestos: alta acción antrópica, mala estructura de la vegetación, lo cual se corresponde con pequeñas clases diamétricas y poca o ninguna estratificación de la vegetación, también se tuvo en cuenta la presencia de talas, poca o ninguna regeneración natural, que presentan afectaciones por plagas y enfermedades y que sus orígenes geográficos no se encuentren conservados bajo alguna forma de conservación, *ex situ* e *in situ*. Las demás categorías fueron consideradas respectivamente, teniendo en cuenta los criterios planteados en orden descendente del daño que ocasiona, definiendo la categoría riesgo reducido, en aquellos sitios que muestren bajo grado antropogénico, buena estructura de la vegetación, donde no se observen talas, y la regeneración natural y el estado sanitario se considere bueno.

Todo esto sirvió para estimar y cuantificar el nivel de seguridad de la especie en los sitios estudiados, el cual se determinó a través de una escala de 1 a 5, donde el 1 representa el máximo nivel de seguridad, el 2, medio nivel de seguridad, el 3 bajo nivel de seguridad, el 4 de riesgo y el 5 indica un nivel mínimo, considerando que a medida que el nivel aumenta en categoría las amenazas son más suaves, la población de bambúes está más segura y es menor el riesgo de que ocurran pérdidas inmediatas o a largo plazo y el nivel más bajo es síntoma de un alto riesgo de pérdida de la especie.

Las categorías de amenaza y los niveles de seguridad fueron representados y ubicados geográficamente en una figura construida con la ayuda de AutoCAD 2004. Para realizar las observaciones en los sitios de estudio se utilizaron las metodologías de Álvarez *et al.* (2003) y Wong (1995).

3.2.4 Aplicación de los instrumentos para la recopilación de la información sobre las causas del deterioro de las plantaciones protectoras.

El instrumento utilizado para la recopilación de la información fue un cuestionario de tipo grupal (anexo 2) que se caracterizó según Notario (1999), por “contener encabezamiento con una solicitud de cooperación y veracidad dirigido a los encuestados, el cual debe aplicarse en el lugar y momento apropiado para una mayor colaboración y el lenguaje utilizado debe ser adecuado y en correspondencia al nivel intelectual de los encuestados”.

El cuestionario se estructuró en dos preguntas, las cuales, según el objetivo, fueron esenciales (aquellas relacionadas directamente con la problemática a resolver y los objetivos definidos) y según su naturaleza, fueron de intención u opinión (aquellas relacionadas con el propósito, decisiones, proyectos, juicios, valoraciones y críticas de los encuestados) y según la forma las preguntas fueron:

- Cerradas: pues incluían las posibles respuestas que podían ser seleccionadas por el encuestado.
- Semicerradas: brindaban respuestas prediseñadas pero también posibilitaban emitir una no contenida en la guía o aclaraciones, profundizaciones y abstenciones.

Para la aplicación del instrumento se decidió trabajar, por su tamaño manejable y los pocos recursos necesarios para su puesta en práctica, con la población total compuesta por especialistas, técnicos y obreros vinculados a las labores con el bambú de los tres sitios de estudio, que suman un total de 17 trabajadores.

3.2.5 Procesamiento estadístico.

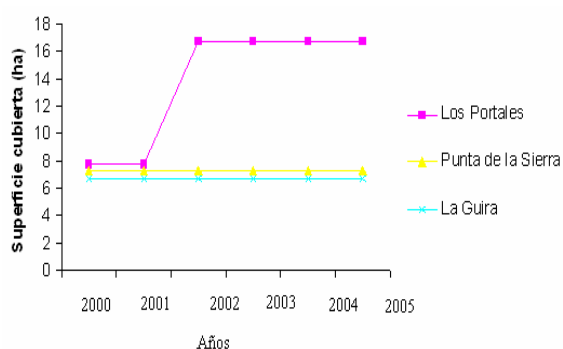
En todos los casos se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows ver. 12.0 con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Para la evaluación del comportamiento del biovolumen por sitios y por momentos (año 2002 antes del ciclón y 2005 después del ciclón) se realizó un análisis multifactorial de la varianza tomando como variable dependiente el biovolumen y como factores los sitios y momentos (años 2002 antes del ciclón y 2005 después del ciclón) y réplicas. Se realizó un análisis de varianza de doble entrada para un experimento factorial (suma de cuadrados de Tipo III). Además se realizaron pruebas para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, utilizando el método de comparación de Tukey.

3.3 Resultados y discusión.

3.3.1 Dinámica de plantaciones de *Bambusa vulgaris*.

En las figuras 48 y 49, se muestra la dinámica de plantaciones de la especie *Bambusa vulgaris* en cuanto a superficie cubierta y superficie de talas ilegales en un período de seis años para los tres sitios de estudio.



Fuente: Servicio Estatal Forestal municipio Guane, 2005.

Figura 48. Superficie cubierta para la especie *Bambusa vulgaris*.

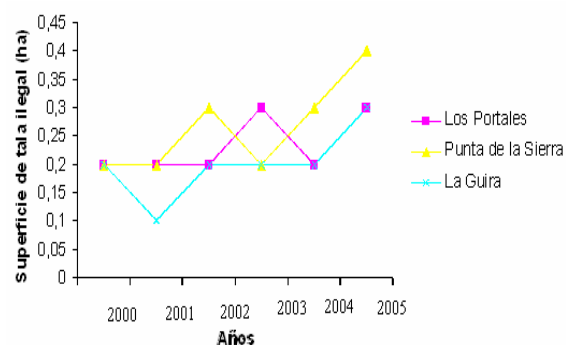


Figura 49. Superficie de tala ilegal para la especie *Bambusa vulgaris*.

El comportamiento de las figuras anteriores refleja una tendencia con ligeros incrementos en cuanto a estas variables para los tres sitios de estudio, apreciándose poca superficie cubierta por la especie, y la presencia de talas

ilegales. Resulta significativo destacar un considerable aumento de 9,02ha de superficie de la especie en el período 2001-2002, debido a que todas las plantaciones menores de tres años en el año 2000 pasaron a formar parte de las plantaciones del año 2002 y se ha mantenido estable.

La superficie talada de la especie, ha sido un tema de trascendental importancia y discutido por diferentes especialistas, debido a las severas afectaciones que sufre esta especie. En el período evaluado se observa que la misma en los sitios de estudio presenta las mayores pérdidas en el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, observándose que se pierde una superficie de 1,6ha, por lo que sería conveniente fortalecer las acciones de forma tal que se garantice una adecuada protección y se trabaje por la conservación de los plantones que ocupan una superficie de 33,28ha en estos, según dinámica forestal SEF (2005).

En los registros de la dinámica del municipio Guane no se reportan afectaciones por incendios forestales y tampoco existe un plan de tala de aprovechamiento durante el período 2000–2005.

3.3.2 Resultados del inventario en las plantaciones de la especie.

A continuación se describen las características principales de los tres sitios de estudio, como parte de los resultados del inventario.

Sitio 1. Consejo Popular Los Portales

Limita por el Norte con Arroyo piedra, al Sur el río Cuyagüateje, al Este con el Río Portales y al Oeste con río Cuyagüateje. Está atravesada de Norte a Sur por la carretera a Luís Lazo. Abarca una extensión 5 083ha, de ellas 16,73ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas.

Cuenta con una población total de 2 989 habitantes, de ellos 1 398 habitantes se encuentran en cinco Asentamientos Humanos Rurales Concentrados (El Regalo, La Curva, Los Portales, Tenerías y San José) y 1 591 habitantes como población dispersa (DMPF, 2002).

Las pendientes están entre 0 y 5% y la altitud entre 0,3 y 176m. En esta área existe vegetación xerófila de mogotes en las zonas de relieve más abruptos y en las zonas

de relieve menos abruptos predominan el marabú y sólo 300ha de pinares en la zona de Panoramas y Tenerías, dicha plantación con fines industriales. La zona cuenta con una UBPC pecuaria y con la fábrica de refresco de Los Portales, Además de contar con el acueducto que distribuye el agua a los Asentamientos Humanos Rurales Concentrados Manacas, la Abonera y núcleos urbanos de Guane, este abastece al campismo popular Los Portales.

Los tipos de suelos característicos son:

Tipo genético: Ferralítico amarillento lixiviado.

Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado: Su proceso de formación la ferralitización. El perfil de este suelo consta de un horizonte superficial arenoso de color pardo claro a pardo amarillento, siendo el horizonte principal el B amarillo. Está sustentado sobre corteza de meteorización caolinizada. Posee buen drenaje y la topografía varía desde casi llana a alomada. Es de baja fertilidad natural, aunque responde muy bien al riego y la fertilización. En este suelo predomina el cuarzo (Hernández *et al.*, 1999).

Agrupamiento: Poco evolucionado.

Tipo genético: Lithosol.

Subtipo: Dístrico.

Género: Por el material de origen (Hernández *et al.*, 1999).

Lithosol: Consta de una fina capa superficial (Horizonte A) de textura arenosa sobre la roca subyacente que se alcanza a 10-20cm y mayormente consta de esquistos o pizarras cuarcíticas. La topografía es de ondulada a alomada (Hernández *et al.*, 1999).

Sitio 2. Consejo Popular Punta de la Sierra

Limita por el norte con las Cuevitas y con la zona de la Güira, al sur con Arroyo piedra, al este con Arroyo Capilla y la zona de mogotes y al oeste con el río Cuyagüateje. Está atravesada de norte a sur por la carretera a Luís Lazo. Abarca una extensión 2 121,7ha, de ellas 9,35ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas.

Cuenta con una población total de 2 516 habitantes, de ellos 1 392 se encuentran en tres Asentamientos Humanos Rurales Concentrados (Punta de la Sierra, Sabino Pupo y Vietnam Heroico) y 1 124 como población dispersa (DMPF, 2002).

Las pendientes están entre 0 y 5% y la altitud entre 4,6 y 113,5m. En esta área existe vegetación semicaducifolia y xerófila de mogotes, cuenta con 200ha de pinares con fines industriales. Esta incluye la producción de plátano y fruta bomba, además de contar con el acueducto que distribuye el agua a los Asentamientos Humanos Rurales Concentrados Punta de la Sierra y La Güira.

El tipo de suelo característico es:

Agrupamiento: Pardo Sialítico.

Tipo genético: Pardo.

Subtipo: Mullido.

Género: Carbonatado (Hernández *et al.*, 1999).

Pardo con carbonatos: Proceso de formación sialitización, se caracteriza por poseer horizonte principal B siálico. Se sustenta sobre calizas diversas y su topografía varía desde ligeramente ondulada hasta alomado (Hernández *et al.*, 1999).

Sitio 3. Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira

Limita por el norte con La Estrechura, al sur con las Cuevitas, al este con el Mogote de Sierra de San Carlos y al oeste con la loma de Mal Paso, Sierra del Pesquero y río Cuyagüateje. Está atravesada de Norte a Sur por la carretera a Luís Lazo y por el río Cuyagüateje. Abarca una extensión 554ha, de ellas 7,2ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas.

Cuenta con una población total de 147 habitantes. Las pendientes están entre 0 y 10% y la altitud entre 6 y 93m. En esta área existe vegetación xerófila de mogotes en las zonas de relieve más abruptas y en la zona llana la presencia de marabú y de bosques semicaducifolios.

El tipo de suelo característico es:

Agrupamiento: Fluvisol.

Tipo genético: Fluvisol.

Subtipo: Mullido.

Género: Carbonatado (Hernández *et al.*, 1999).

Aluvial: Su proceso de formación es aluvial, sin horizonte principal, la característica más común de los suelos que se agrupan en esta zona es que aparecen cercano a las márgenes de los ríos y arroyos y que a través del perfil, existen cambios texturales, que indican que el suelo se ha formado por el arrastre de diferentes materiales a través de las corrientes fluviales (Hernández *et al.*, 1999).

En la tabla 7, se presentan las características evaluadas para uno de los sitios, resultando que las variables longitudes y diámetros de los culmos verdes y adultos se encuentran dentro del rango reportado para la especie en Cuba, entre 8-20m de altura y 5-10cm de diámetro, según Catasús (2003), sin embargo según lo reportado por este mismo autor, el grosor de las paredes es muy inferior a la media obtenida de 7-15mm, lo cual está dado fundamentalmente por el manejo en el corte del tallo en la periferia del plantón que realizan los habitantes de los sitios

(figura 50 a y b), lo cual provoca la activación de yemas en el interior de la cepa y la consecuente congestión de la misma, y además por los cortes repetidos y a destiempo que permiten una reducción en el vigor de los rizomas.

De acuerdo con el número de plantones, el sitio Consejo Popular Los Portales presenta condiciones para ser manejada para su aprovechamiento en un tiempo menor que los restantes; los sitios Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo) necesitan además enriquecimiento y fomento con nuevas plantaciones.

Tabla 7. Características evaluadas en los plantones por sitios de estudio.

Características evaluadas	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Área del plantón (m ²)	15,0	11,2	13,2
Número de brotes	9,0	7,0	7,0
Número de culmos verdes	11,0	7,0	11,0
Número de culmos adultos	7,0	5,0	5,0
Número de culmos secos	7,0	10,0	6,0
Longitud del culmos verde (m)	7,0	6,0	6,0
Longitud del culmos adulto (m)	7,0	7,2	7,2
Diámetro del culmos verde (cm)	8,3	8,0	9,4
Diámetro del culmos adulto (cm)	8,3	8,0	10
Peso del culmos verde (kg)	18,0	16,5	17,5
Peso del culmos adulto (kg)	15,0	15,0	14,5
Grosor de la pared a 1,30 m (mm)	1,6	2,0	2,1
Total de hectáreas de Bambú (ha)	7,2	9,35	16,3
No. de plantones	14 593	15 298	16 258

Leyenda: Sitio 1. Consejo Popular Los Portales, Sitio 2. Consejo Popular Punta de la Sierra y Sitio 3: Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo).



Figura 50 a y b. Deficiencias en el corte de los culmos de *Bambusa vulgaris*.

En cuanto a los brotes (tabla 8), los resultados indican que en los tres sitios esta variable se encuentra por encima de la estructura internacional, reportada por Wong (1995), por lo que debe valorarse la selección de los culmos para el corte ya que esto podría afectar el crecimiento en diámetro de los mismos. Para los culmos verdes y adultos se puede apreciar que la relación es inversa a la estructura planteada internacionalmente; mientras que para los culmos secos es evidente que

está por encima y esto podría facilitar la aparición de plagas y/o enfermedades, afectando además el crecimiento de los plantones adultos y verdes (figura 51), demostrando el mal manejo a que han estado sometidos los plantones.

Tabla 8. Comparación de los porcentajes de culmos con la estructura internacional.

Características Evaluadas	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Estructura Internacional
Brotes	26,0	24,0	24,0	15.0
Culmos verdes	32,0	24,0	38,0	30.0
Culmos adultos	21,0	18,0	17,0	40.0
Culmos secos	21,0	34,0	21,0	15.0

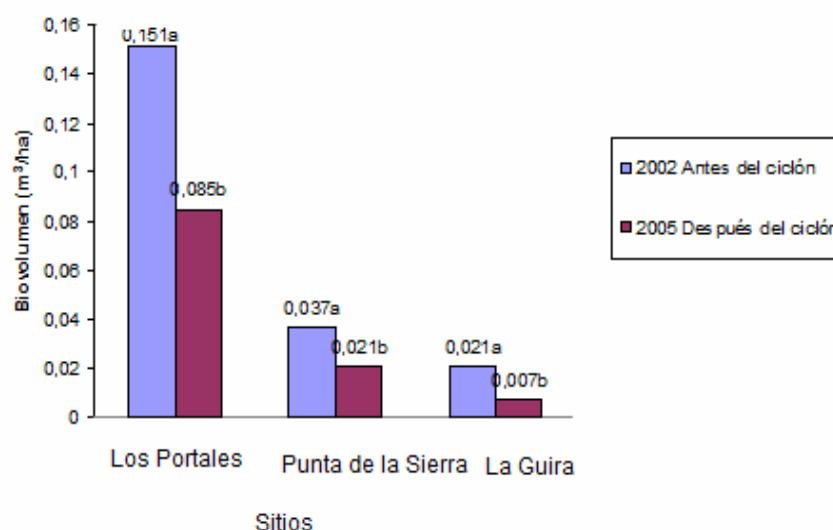


Figura 51. Culmo con deficiencia en el corte que puede facilitar a la aparición de plagas y enfermedades.

3.3.3 Análisis del biovolumen de la *Bambusa vulgaris* y efecto de los huracanes sobre las plantaciones.

En la figura 52, se muestran los valores medios del biovolumen para cada uno de los sitios y en cada uno de los momentos (antes del ciclón y después del ciclón), a partir del cálculo del biovolumen obtenido (tabla, anexo 3), donde se aprecian diferencias significativas para los efectos principales sitios y momentos (2002 antes del ciclón y 2005 después del ciclón), indicando que el biovolumen resultó con

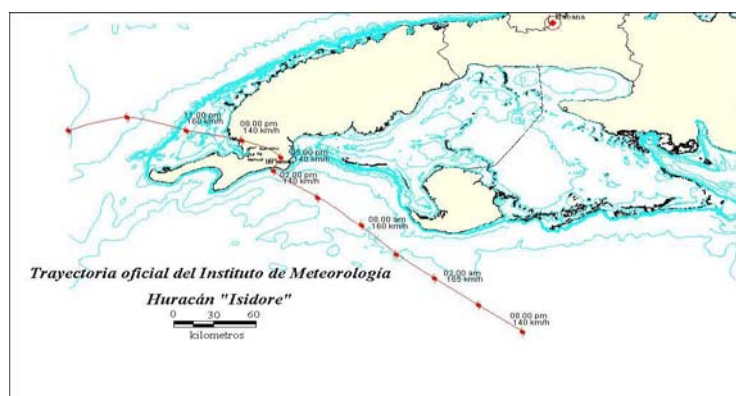
valores inferiores después del paso del ciclón, y en el sitio Consejo Popular Los Portales resultó con valores significativamente superiores ($p=0,069$). Estos resultados se corresponden con lo expresado por Francis (1993), donde refiere que el paso de los huracanes afecta las plantaciones de la especie.



En las barras letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey $P < 0,05$. Desv estd. 0,05 y error est. 0,01.

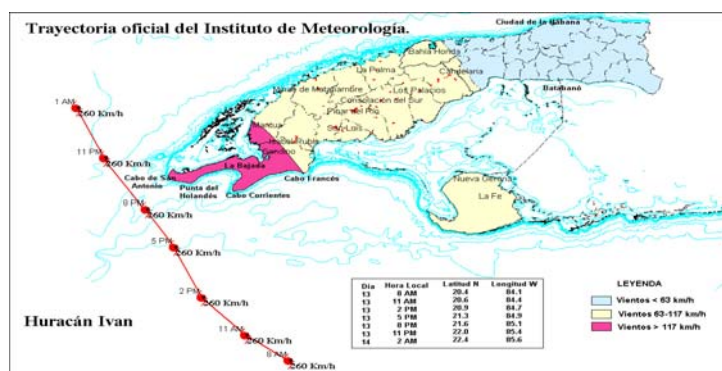
Figura 52. Valores medios del biovolumen por sitios y momentos.

En las figuras 53 y 54, se observa la trayectoria oficial de los huracanes Isidore (2003) e Iván (2004), donde la acción de los vientos huracanados tuvieron un efecto positivo sobre los macizos de la especie, con vientos muy fuertes que pasaron sobre la provincia de Pinar del Río con velocidades de 140km/h con el huracán Isidore y de 63 hasta mayores de 117km/h con el huracán Iván, ambos en categoría I, observando que todas las cañas en los macizos de una altura de 8 a 9m se quebraron y se torcieron (figura 55a y b), provocando que se secaran y fueran arrastrados por las corrientes de agua en la crecida del río Cuyagüateje.



Fuente: INSMET. 2003

Figura 53. Trayectoria oficial del Huracán "Isidore" por la provincia de Pinar del Río en el año 2003.



Fuente: INSMET. 2004

Figura 54. Trayectoria oficial del Huracán "Iván" por la provincia de Pinar del Río en el año 2004.



Figura 55a y b. Afectaciones de *Bambusa vulgaris* por vientos fuertes huracanados.

3.3.4 Estado actual de conservación por sitios de estudio.

3.3.4.1 Evaluación del estado de amenaza de la especie.

La tabla 9, refleja las evaluaciones realizadas en cada uno de los criterios adoptados del estado de conservación de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* para los tres sitios de estudio.

Tabla 9. Evaluaciones de los criterios definidos para el estado de conservación de los sitios de estudio.

Sitios	G.A	Estructura vegetación			T	R.N	E.S
		CD	N.V	C.V			
Consejo Popular Los Portales	M	11-13	PS,PM, PI	Bv	x	x	B
Consejo Popular Punta de la Sierra	M	7-10	PS, PM,PI	Bv	x	x	B
Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira	M	8-9	PS, PM	Bv	x	x	B

Leyenda: GA (Grado antropogénico), M (Moderado),; CD (Clase diamétrica), N.V(Niveles del vuelo arbóreo),PS (piso superior), PM (piso medio), PI (piso inferior), CV (Composición de la vegetación; Bv (*Bambusa vulgaris*); T (Talas), X (presencia de talas); R.N (Regeneración natural), X (Presencia de regeneración natural); ES (Estado sanitario), B (Buen).

Los resultados obtenidos en cada uno de los criterios del estado actual de las plantaciones de la especie reflejan que su situación no es muy favorable, reportándose en cada sitio un porcentaje considerable de culmos en el suelo, muchos de ellos secos y otros partidos, con follaje poco denso, se observa además actividades de silvopastoreo, los plantones carentes de manejo, con moderado grado de antropización, se reportan talas furtivas y pobre regeneración natural, la cual pudiera deberse fundamentalmente al silvopastoreo presente en estas áreas.

El efecto de los vientos fuertes huracanados en esta región como bien se comentó anteriormente causa daños mecánicos a la especie y restringe su crecimiento, resultando un aspecto desfavorable en la estructura del mismo, produciéndose las mayores afectaciones en los culmos maduros, sobremaduros, secos y enfermos; resulta además una limitante para el desarrollo de esta especie el encharcamiento

que se produce durante la crecida del río en las condiciones de la faja hidrológica, ya que esta provoca que los culmos que queden inundados por un tiempo prolongado se pierdan.

Por otra parte el sistema de raíces que presenta esta especie en forma de entretejido de rizomas le permite comportarse como eficientes muros biológicos de contención que controlan la socavación lateral y protegen el suelo, previniendo de esta manera la erosión.

Otro aspecto a resaltar es sobre la capacidad de adaptación de la especie, en este caso no se evaluó como tal el período de recuperación de la misma ante el impacto del huracán, sin embargo por observaciones científicas y consultas a especialistas, se ha constatado que la especie, al parecer, resulta adaptable a condiciones adversas del impacto de los huracanes una vez que se realizan actividades de saneamiento y se garantice un manejo adecuado en el plantón. Álvarez *et al.* (2003), plantean que un buen manejo en las cepas de bambú implica proceder con tratamientos silvícolas con el objetivo de preservar el máximo vigor y productividad de rizomas y culmos. Se deben extraer culmos sobremaduros, defectuosos y asegurar una distribución espacial de culmos en una cepa.

La figura 56 (a y b), muestra el estado de los plantones de la especie en estudio en el sitio Consejo Popular Los Portales, considerado con moderada antropización, donde actualmente los plantones tienen una estructura regular, se aprecia un mal manejo, entendido por un corte repetido y a destiempo que provoca un deterioro en los bambú, lo cual reduce el vigor de los rizomas y disminuye la calidad de los plantones, también los cortes de tallos en la periferia del plantón que provocan la activación de yemas en el interior de la cepa y como consecuencia la congestión de la misma, y los cortes de los tallos al nivel del tercer y cuarto nudo que pueden provocar la posterior pudrición de los rizomas, y además la falta de tratamientos silviculturales, por lo que se deben tomar medidas urgentes para controlar e impedir que los mismos continúen deteriorándose y más cuando predominan ejemplares de buen fenotipo, y con clases diamétricas muy buenas.



Figura 56a y b. Estado de los plantones de la especie *Bambusa vulgaris* en el sitio Consejo Popular Los Portales.

En la figura 57 (a y b), se muestra el estado de los plantones del sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, calificado como un sitio moderadamente antropizado, el cual presenta un buen estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular, posee pobre regeneración natural y carecen de buen manejo, considerando este último criterio como uno de los elementos más importantes que contribuye al enriquecimiento de los plantones, coincidiendo con lo expresado por Cordero *et al.* (2004).



Figura 57a y b. Estado de los plantones de la especie *Bambusa vulgaris* en el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra.

En la figura 58, se representa el estado del sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, donde se observa una situación muy similar a los sitios anteriores, también se reporta buen estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular, y posee pobre regeneración natural y carente de buen manejo.



Figura 58. Estado de los plantones de la especie *Bambusa vulgaris* en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

Los tres sitios analizados se clasifican en categoría de estado vulnerable, los cuales carecen de buen manejo, presentan afectaciones por huracanes y muchos culmos se encuentran secos y quebrados en el suelo (figura 59).



Figura 59. Categorías de amenaza (Vulnerable).

El nivel de seguridad (figura 60), determinado a partir de las categorías de amenaza en cada sitio, es medio (nivel 2).



Figura 60. Nivel de seguridad.

3.3.4.2 Causas que originan el estado de amenaza de la especie.

La categoría ocupacional constituyó un elemento importante para determinar el comportamiento de los criterios evaluados en el cuestionario, sin embargo, la experiencia en las labores de silvicultura y manejo de la especie *Bambusa vulgaris* fue un factor que influyó decisivamente en la jerarquización de las causas fundamentales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie referida.

Basados en el criterio de Surós (2005), el éxodo de fuerza laboral forestal a otras actividades económicas ha provocado una disminución de la cultura técnica forestal, máxime cuando esta depende de la constancia y la práctica continúa de los recursos laborales.

Tomando en consideración los planteamientos anteriores y analizando la figura 61 se observa como los especialistas y técnicos resultan los de mayor experiencia en el trabajo con la especie a diferencia de los obreros, donde la mayoría cuenta con

menos de cinco años de experiencia, aspecto que indica poca preparación de los trabajadores en las actividades prácticas de manejo de los bambusales.

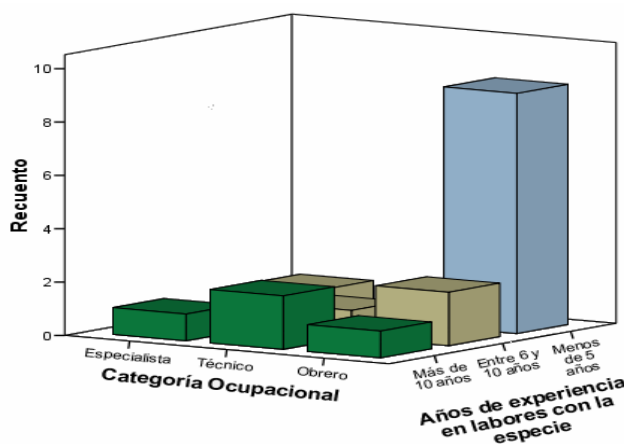


Figura 61. Categoría ocupacional y años de experiencia de los encuestados.

La causas fundamentales que influyen en el deterioro de las plantaciones de bambú fueron sometidas a un análisis de Pareto apilado (figura 62), mediante el cual se formó una primera pila para la causa “prácticas de manejo”, que resultó en un primer nivel de importancia para todos los grupos de encuestados de acuerdo a los años de experiencia en las labores con la especie, la línea de suma acumulada se parte alrededor del 60% de los casos totales indicando esta causa como la más ponderada por los encuestados.

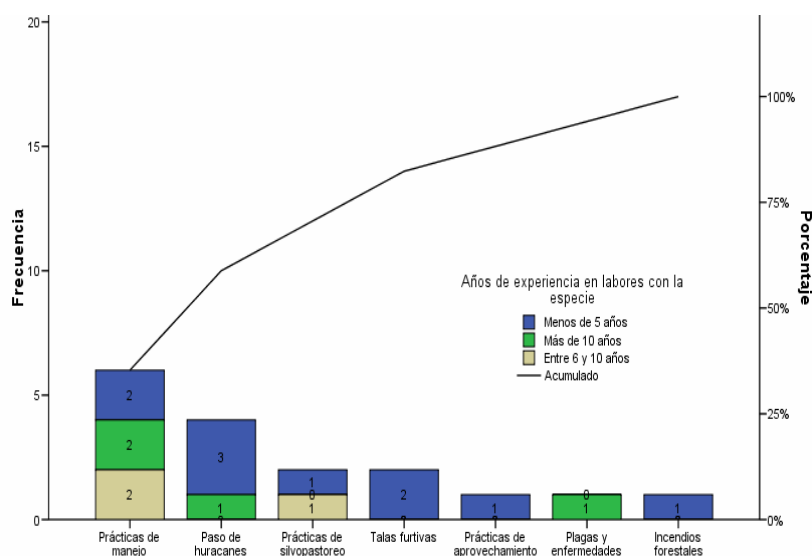


Figura 62. Causas fundamentales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie.

En un segundo nivel de importancia se observan tres pilas que agrupan las causas “paso de los huracanes”, “prácticas de silvopastoreo” y “talas furtivas”, las cuales se resumen en los criterios aportados por el 25% de los encuestados aproximadamente, que es donde se parte la curva de acumulado en el 85%, lo que refiere que estas causas también fueron ponderadas por los encuestados. En el caso de los huracanes es necesario destacar que a pesar de que esta especie es resistente a los fuertes vientos, resulta como una de las causas de mayor importancia en el deterioro de la especie, ya que los huracanes llevan implícito tornados con rachas de fuertes vientos, los cuales han incidido fuertemente en la zona de estudio.

El resto de las causas puestas a la valoración de los trabajadores forestales no tuvieron importancia en comparación con las primeras pilas formadas.

Según se presenta en la figura 63, el nivel de importancia de la aplicación de los tratamientos a los plantones después de las afectaciones, resultó ser alta, de acuerdo con la cantidad de casos reportados para las tres categorías ocupacionales, con criterios de “muy importante”, esencialmente en las categorías de especialistas y técnicos donde se agrupan los encuestados con mayor experiencia en el trabajo con la especie.

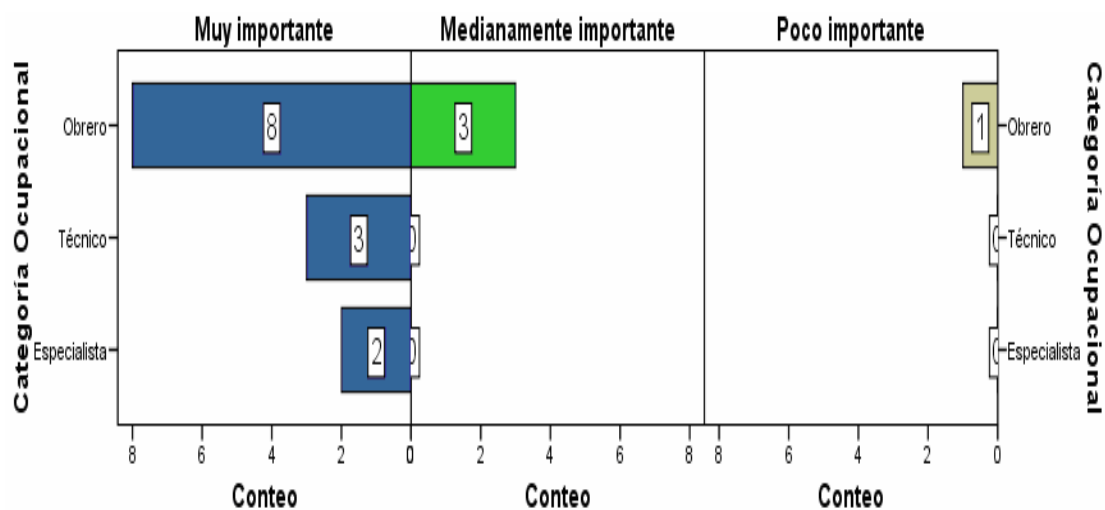


Figura 63. Nivel de importancia de los tratamientos a los plantones post-afectaciones.

El logro de los objetivos para la protección de las plantaciones de bambú exige de un manejo adecuado de los bambusales, especialmente en los aspectos técnicos y en la obtención de culmos más vigorosos y productivos (Álvarez *et al.*, 2004; Betancourt *et al.*, 2008 y Betancourt, 2009).

3.4 Conclusiones

- El inventario de las masas existentes permitió proyectar acciones de manejo, resultando para el aprovechamiento en un menor tiempo el sitio Consejo Popular Los Portales y enriquecimiento y fomento de nuevas plantaciones los sitios Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira y Consejo Popular Punta de la Sierra.
- El biovolumen se afectó durante el paso de los huracanes y resultó significativamente superior en el sitio Consejo Popular Los Portales.
- Las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en los tres sitios de estudio se evalúan de regular, evidenciándose plántones con estructura regular, manejo inadecuado y falta de tratamiento silviculturales.
- Las causas principales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie resultaron ser las prácticas de manejo, paso de los huracanes, prácticas de silvopastoreo y talas furtivas, con una alta ponderación.

CAPÍTULO IV

Capítulo 4. Manejo sostenible de *Bambusa vulgaris*.

4.1 Introducción.

A nivel mundial la definición de Manejo Forestal Sostenible debe establecer explícitamente, que el objetivo final no es solamente mantener los recursos naturales, sino el mejoramiento sostenible del nivel de vida de la humanidad, en particular, las personas que viven del bosque o se vinculan al mismo, reconociendo que los bosques sostenibles no es más que la capacidad de los bosques, en un rango desde una pequeña población de árboles hasta las ecoregiones, para mantener su salud, productividad, diversidad e integridad en un largo plazo, en el contexto de su uso por la actividad humana (USDA, 2003).

Cué (2008), define este concepto para las condiciones de Cuba, entendido como la gestión de los bosques, los terrenos arbolados y la superficie de suelo no forestada, de carácter multisectorial y compatibilizada con la defensa, orientada al mejoramiento de la calidad de vida de las personas que viven o se vinculan a los mismos, donde los actores sociales participan en su concepción, ejecución y de sus beneficios, de acuerdo con sus derechos y necesidades, asumiendo responsabilidades respecto a su perdurabilidad como actividad permanente, dentro de los límites de productividad y capacidad de carga de los ecosistemas, teniendo en cuenta los procesos ecológicos que se producen en la naturaleza, propiciando la seguridad alimentaria y la eficiencia económica del proceso de gestión en los diferentes niveles de actuación.

El manejo de los bosques tropicales se enfrenta con una mentalidad de corto plazo. Se extrae lo mejor para recuperar muy rápidamente la inversión sin preocuparse por la sostenibilidad del sistema. Ello no significa que el manejo no sea rentable, sino que es uno de los componentes de una inversión (Camino, 1997).

En el contexto internacional se desarrollaron una serie de códigos regionales y nacionales para la cosecha en los bosques. La evaluación de FAO 1990 incluía los recursos forestales de treinta y cuatro países de las zonas templadas, y veintiséis de ellos (veintitrés europeos, Canadá, los Estados Unidos y Australia) proporcionaron información sobre la situación del manejo de sus bosques. El área total de bosque de estos países industrializados de las zonas templada/boreal se

estimó en 626 millones de ha, de las cuales 347 millones de ha (56%), se considera estaban sujetas a un manejo activo (definido como bosque y otras tierras boscosas manejadas según un plan preparado profesionalmente o que se encuentren sujetos a una forma reconocida de manejo aplicado regularmente durante un largo período, de cinco años o más). En Europa, el área total de bosque se estimó en 129 millones de ha, de las cuales 92 millones de ha, o sea el 71%, se registraron como sujetas a manejo activo. Aunque los cambios de definición hacen que la comparación directa sea difícil, una tendencia general de aumento en el porcentaje del área que se encontraba bajo manejo entre 1980 y 1990, es digna de destacarse (FAO, 2000).

El progreso alcanzado respecto al objetivo de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) para el año 2000, concluyó que solo seis países productores (Ghana, Guyana, Indonesia, Malasia, Camerún y Myanmar) parecían haber instituido todas las condiciones necesarias para hacer plausible el manejo forestal de sus unidades de manera sostenible (Poore y Thang, 2000).

El manejo debería ser practicado en una escala más bien operativa y no experimental y debería incluir los instrumentos fundamentales de manejo (objetivos, ciclos de tala, planes de trabajo, previsiones y control del rendimiento, parcelas demostrativas, protección, concesiones de explotación, licencias forestales a corto plazo, carreteras, límites, costos, registros anuales y la organización de tareas silvícolas). El manejo se puede realizar en cualquier grado de intensidad siempre y cuando los objetivos hayan sido claramente especificados de manera que puedan ser evaluados para ver si están siendo alcanzados; y que existe una prueba del desempeño realizado (indicaciones de que la próxima cosecha será satisfactoria y si existe suficiente regeneración natural para la siguiente cosecha) (Poore *et al.* 1989; Poore, 1990).

En la actualidad, los proyectos forestales en África occidental reflejan el concepto de manejo de los recursos renovables mediante la integración de múltiples usos de la tierra con la participación de la población local. Si bien la participación ha aumentado en los años necesitaba incrementarse aún más. Otras cuestiones importantes incluyen la mejora de la capacitación del personal forestal, la ejecución de programas educativos para el público sobre temas como las prácticas agrícolas

sostenibles y técnicas agrosilvícolas, la promoción de fuentes de energía alternativas y técnicas de ahorro energético y la mejora del aprovechamiento de los productos madereros (FAO, 2000).

Indonesia, que se caracteriza por un sólido historial en materia de manejo, se estimula cada vez más una función activa de las comunidades locales en el manejo forestal. Las islas del Caribe enfrentan desafíos ambientales como los huracanes, la erosión del suelo, las inundaciones, los incendios forestales y la sequía. Por tanto, en todas las islas el manejo de las cuencas a fin de reducir el impacto negativo de los desastres naturales se considera una prioridad. En toda la región las instituciones forestales promueven programas para la conservación del suelo y las aguas (Poore y Thang, 2000).

El manejo forestal lleva incluido los planes de manejo, los mismos están orientados a la efectiva y completa aplicación de la legislación forestal vigente, enfocando aspectos sobre manejo, utilización y generación de los bosques tropicales. Se pretende lograr una alta productividad de bienes y servicios del bosque y al mismo tiempo asegurar su perpetuidad, bajo el principio básico de que el área cubierta por bosque se mantendrá básicamente inalterada en términos de estructura y diversidad, mientras que las áreas de vocación forestal degradadas deben retornar al uso forestal. El objetivo es enriquecer el bosque gradualmente con especies de interés económico. En los planes de manejo juegan un papel importante el inventario forestal ya que de manera general el propósito es conocer la variabilidad de toda el área a manejar y el potencial del recurso con que se cuenta. Los datos de este inventario sirven para calcular la posibilidad silvícola en relación con el rendimiento sostenido. Los datos sirven en la planificación a mediano y largo plazo (CATIE, 1993).

En Cuba, en los últimos años se ha adoptado el concepto del Manejo Forestal Sostenible, y se han tomado decisiones que han conllevado a la aplicación inmediata del mismo por la importancia de este. En la actualidad en todas las Empresas Forestales Integrales del país se organiza e intensifica la aplicación práctica de este concepto. Para ello, se realiza la reforestación en las cuencas hidrográficas y se establece la protección de embalses a través de las fajas

hidroreguladoras para el control de la erosión, la rehabilitación de áreas sometidas al mal manejo y áreas taladas. Aún no se ha ganado completamente en llevarlo a la práctica con sistematización para las especies que se utilizan en estas acciones y un ejemplo fehaciente es la especie *Bambusa vulgaris* que carece de manejo forestal sostenible. Un buen manejo para la especie implica proceder con tratamientos silvícolas, con el objetivo de preservar su productividad.

El Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM) asesorado por la Dirección Forestal del Ministerio de la Agricultura, está realizando esfuerzos para que se concrete la acción de implementar el monitoreo de los criterios e indicadores (C e I) de Manejo Forestal Sostenible en las empresas. En el año 2005, la publicación del manual con las generalidades y definición de los criterios e indicadores mediante un proyecto de colaboración con la FAO está favoreciendo el progreso de estas acciones, con el objetivo de evaluar el progreso hacia el desarrollo sostenible.

La idea de la necesidad y existencia de los C e I surgió en 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), en Río de Janeiro, donde se aprobó un programa de acción, mediante el cual, los gobiernos del mundo se comprometieron a promover el desarrollo sostenible y la cooperación internacional. La Comisión Brundtland declaró en 1987, que el desarrollo sostenible es “el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacer frente a las suyas”, en el se vuelve imprescindible la interacción adecuada de las actividades económicas con el medio ambiente con el consiguiente cambio tecnológico e institucional, de forma tal que garantice la continuidad de la satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras, tal y como plantea el concepto. El objetivo de la existencia de los C e I es la Ordenación Forestal Sostenible donde se pretende:

- Promover el diseño de una política forestal sustentables a nivel nacional.
- Monitorear, evaluar y reportar actividades de manejo.
- Reportar el progreso alcanzado hacia la sostenibilidad.
- Mejorar las actividades de manejo.

La Ordenación Forestal Sostenible va encaminada al uso múltiple del bosque, la protección de áreas a ordenar como reservas de flora, fauna, fines ambientales, la regeneración de bosques degradados, la planificación de la producción de madera con fines comerciales y productos forestales no madereros, atiende la integración del árbol en el paisaje y el desarrollo de la agrosilvicultura, además es una tarea multidisciplinaria, que requiere colaboración de organismos gubernamentales y no gubernamentales (Castañeda, 2003).

Está ampliamente aceptado que los recursos forestales deben ser manejados para reunir las necesidades económicas, ecológicas y culturales de generaciones presentes y futuras. Es por eso que el manejo forestal tiene que responder a los aspectos medioambientales, sociales y económicos. Esto requiere la retroalimentación de información relevante entre la planificación, la implementación (la puesta en práctica), el control y los impactos del manejo forestal. Un sistema jerárquico de principios, criterios e indicadores puede ser utilizado para conceptualizar, evaluar y poner en práctica el manejo sostenible de los bosques (Lammerts van Bueren y Blom, 1997; Prabhu *et al.*, 1999).

En el contexto internacional, los esfuerzos realizados para fomentar el manejo sostenible de los bosques incluye la formulación de criterios e indicadores a través de los cuales la sostenibilidad del manejo forestal, puede ser evaluada, vigilada y registrada a nivel nacional y local (FAO, 2000). Los principios se definen como una verdad fundamental o una ley que constituyen las bases del razonamiento o la acción (CIFOR, 1999). Los criterios e indicadores se consideran un instrumento para evaluar si se ha logrado un progreso hacia el manejo forestal sostenible o no. Tienen el potencial de ayudar a la orientación de las políticas forestales, ambientales y de la investigación y sirven para guiar las prácticas forestales hacia el manejo forestal sostenible, de acuerdo con las expectativas de la sociedad (Herrero, 2000).

Los criterios son, además, los puntos intermedios por los cuales la información proporcionada por los indicadores pueden ser integrados y donde las formas de evaluación son interpretables. Los indicadores son expresados en un solo mensaje significativo que se nombra información y representan un agregado de uno o más

elementos de datos con ciertas relaciones establecidas, son además parámetros ponderables que expresan los valores de las variables asociadas a los criterios, mientras que los verificadores son los que proporcionan detalles específicos que indican o reflejan una condición deseada de un indicador (CIFOR, 1999; McGinley y Finegan, 2001).

El manejo sostenible, en particular con relación a los bosques es una meta de todos los países y muchos de ellos señalan que ha habido progresos en esta dirección. Sin embargo, aún subsisten factores y condicionantes de orden político, económico e institucional que limitan prácticas generalizadas. Una tendencia positiva es la participación de casi todos los países en uno de los diferentes procesos destinados a establecer criterios e indicadores para el manejo sostenible de los bosques. Durante el período se observan avances en la implementación de estos procesos, tales como el Proceso de la Organización internacional de las Maderas Tropicales (OIMT); el Proceso de Lepaterique en América Central, el Proceso de Tarapoto, llevado a cabo por los ocho países del Tratado de Cooperación Amazónica, y el Proceso de Montreal, que incluye Argentina, Chile y Uruguay por del Cono Sur, y América del Norte. La Dirección General de Recursos Naturales Renovables de El Salvador, a través del Servicio Forestal, ha adoptado los criterios e indicadores para el manejo del bosque para el nivel de Unidad de Manejo Forestal, en el marco de la propuesta Centroamericana de Lepaterique sobre criterios e indicadores para el Manejo Forestal Sostenible. En Perú se está incorporando en forma gradual los criterios e indicadores para la recopilación de información de las condiciones del bosque, y para la evaluación de las actividades de manejo forestal desde el año 1997, cuando se llevó a cabo una consulta nacional sobre los Criterios e Indicadores de Sostenibilidad del Bosque Amazónico, más conocido como la propuesta de Tarapoto. En junio del año 2001, la Secretaría *Pro Tempore* del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) realizó nuevamente en Tarapoto, Perú, la II Reunión regional sobre Criterios e Indicadores de sostenibilidad del Bosque Amazónico sobre la base de los resultados de las consultas nacionales. A fines del año 2001 se inició la elaboración del Informe Nacional de Perú sobre los criterios e indicadores para la Ordenación Sostenible de los Bosques Tropicales Naturales, el

cual se ha concluido y presentado a la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (FAO, 2003).

En muchos casos el manejo de las plantaciones presta poca atención a otros aspectos medioambientales y socioeconómicos importantes para la sostenibilidad del recurso a largo plazo. Por consiguiente, la rápida expansión de plantaciones ha llevado a la oposición aumentada desde las Organizaciones No Gubernamentales por algunas razones que incluyen la conversión de los bosques naturales a plantaciones y pérdidas asociadas de biodiversidad, y cambio de sitio de las comunidades locales y nativas. Claramente, un acercamiento más holístico al desarrollo de la plantación y al manejo de la misma se refiere, con oportunas consideraciones, no sólo a la producción de madera sino también a los factores medioambientales, sociales y económicos. La sostenibilidad a largo plazo sólo será alcanzada teniendo en cuenta: la capacidad ecológica del sitio; la intensidad del manejo; suelo, agua y otros valores medioambientales; beneficios económicos, y metas sociales (Nambiar y Brown, 1997).

En general, los criterios e indicadores pueden ser formulados para servir en varios niveles de escala, globalmente nombrados, regionales, nacionales y subnacional, o en el nivel de Unidad de Manejo Forestal (UMF). El conjunto de criterios e indicadores del Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR), junto con otros conjuntos preparados por organizaciones tales como Organización Internacional de Madera Tropical (ITTO), y el Fondo Mundial por la naturaleza (WWF), formaron las bases para la evaluación de criterios e indicadores para el manejo sostenible de plantaciones de *Acacia mangium* en dos sitios en Sumatra y Kalimantan durante 1997 y 1998, en Indonesia (Prabhu *et al.* 1999).

En Cuba existen antecedentes de estudios sobre los criterios e indicadores a nivel de Unidades de Manejo Forestal:

- A partir del año 1997, la primera reunión nacional con la colaboración de la Oficina Regional de la FAO.
- Definición de los criterios e indicadores a monitorear en el país.
- Durante el período de 1997-2000 se desarrollan seminarios provinciales sobre el tema, y se inicia la implementación a nivel de base.

- En el año 2001, la inclusión de los criterios e indicadores en todos los documentos rectores.
- En los años 2002 y 2003 se celebran dos talleres nacionales sobre el tema.
- En el 2003, se celebra una reunión nacional con los principales organismos y entidades que tienen que ver con el tema.
- En el 2004, la celebración del Taller Nacional, en Caibarién, provincia de Villa Clara donde se definieron los Criterios e Indicadores así como las metodologías (protocolos) y escalas de valoración que regirán el trabajo en los próximos años (Herrero, 2005).

En Cuba no existen estudios anteriores de formulaciones de criterios e indicadores para especies forestales ni para *Bambusa vulgaris*. Por primera vez se hace en el país con el objetivo de determinar los principios, criterios, indicadores y verificadores necesarios para alcanzar en diferentes condiciones ecológicas el manejo sostenible de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris*.

Los criterios e indicadores tienen gran importancia, pues no sólo se pueden utilizar para definir y evaluar una práctica adecuada para plantaciones, sino también facilitan conocer el estado de sitio, los beneficios sociales que genera, el grado de afectaciones en que se puede encontrar un ecosistema afectado por los huracanes. Además, de evaluar las tendencias y los cambios del estado de los bosques y los sistemas de manejo. De esta manera, en una secuencia cronológica, darán información de un determinado territorio sobre la dirección del cambio, positivo o negativo. La información generada por los criterios e indicadores sirven para que los encargados de administrar los bosques, así como las autoridades competentes, tomen medidas, corrijan o fijen políticas, cambien normas y estrategias para el manejo de los bosques, además constituyen una guía para el desarrollo de investigaciones en el sector forestal y referencia para las posiciones nacionales en negociaciones internacionales. Son herramientas que sirven para la evaluación del impacto de los planes y programas forestales en determinado territorio y ayudan a conseguir un entendimiento común y una definición implícita de lo que significa la ordenación (manejo) forestal sostenible. En resumen, la finalidad de los criterios e indicadores es proporcionar un marco para medir y vigilar las tendencias de un país

o territorio a lo largo del tiempo y en función de ello, tomar las medidas y emprender las acciones que correspondan (Herrero, 2005).

La experiencia adquirida en todos estos años de trabajo a nivel mundial y nacional ha llevado, a la redefinición y validación de los indicadores, lo que a su vez ha dado como resultado una reducción de indicadores para llegar a un número más manejable. Se reduce el trabajo de implementación, así como su costo. Por todo ello, al momento de seleccionar un indicador se deben tener en cuenta los siguientes atributos: Pertinencia: si el indicador es relevante para la valoración del criterio, mensurabilidad: si provee información cuantificable o que permite emitir una valoración cualitativa, disponibilidad: si la información requerida para su valoración está disponible o se puede obtener y registrar normalmente, eficiencia: si el costo de obtener la información no es mayor que la importancia del indicador para la evaluación del criterio. Los niveles de aplicación son diversos y la selección de los criterios e indicadores debe estar en correspondencia con los mismos: no es igual el tratamiento del nivel nacional que el de una unidad de manejo. La medición de los criterios e indicadores se realiza seleccionado el nivel de aplicación y es requisito indispensable la definición del protocolo que incluye al menos las siguientes preguntas básicas: ¿Qué se va a medir? (selección de los indicadores de acuerdo con el nivel de aplicación y los atributos), ¿Cómo se va a medir? (definir la fórmula o procedimiento para el cálculo del indicador y las fuentes de información), ¿Cuándo se va a medir? (normalmente los indicadores se miden una vez al año pero pueden haber casos en que el periodo sea diferente), ¿Quién lo va a medir? (en dependencia del nivel de aplicación, corresponderá su medición a los tenentes, empresas, servicios forestales, etc). Muchos indicadores se componen de “verificadores” los cuales complementan, aclaran y dan otras dimensiones al análisis integral de un indicador en específico. Los verificadores forman parte del protocolo y deben definirse junto con el indicador. Calificar el desempeño de los indicadores de forma individual presenta no pocas dificultades y es un proceso que se debe perfeccionar sistemáticamente en la medida que se tenga mayor experiencia y existan resultados de investigaciones en este sentido. Si la calificación de un determinado indicador puede resultar un proceso dificultoso,

resulta aun mucho más difícil calificar el desempeño de un criterio o del conjunto de criterios en un determinado territorio; para ello hoy no existe un procedimiento definido y habrá que realizar investigaciones y estudios que pueden ser prolongados. No obstante, la experiencia de estos años de trabajo indica que en cada período evaluativo, normalmente anual, es necesario realizar un análisis integrador, en el cual se den las conclusiones y recomendaciones pertinentes derivadas de los análisis. Esto no quiere decir que se pueda lograr una calificación general que responda a la pregunta de si se está realizando un manejo sostenible o no del territorio en cuestión. Sin embargo, debería ser considerada excluyente para dar una calificación de manejo sostenible en el territorio objeto de análisis, la calificación negativa de indicadores de relevante importancia y connotación (Herrero, 2005). Los criterios e indicadores constituyen un elemento que está implícito en el plan de manejo aplicable a las especies plantadas.

4.2 Materiales y métodos.

4.2.1 Protocolo de investigación.

4.2.1.1 Definición de la composición del grupo para la identificación de C e I.

Para la definición de los criterios e indicadores se tuvo en cuenta la metodología de CIFOR (1999). El trabajo se comenzó en enero del 2002, durante tres años consecutivos, con vistas a facilitar la solución de los problemas existentes con la especie *Bambusa vulgaris*, apoyando al proyecto “Establecimiento, manejo y aprovechamiento de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en Cuba”

La composición del grupo estuvo integrada por representantes del Instituto de Investigaciones Forestales (IIF), la Empresa Forestal Integral Macurije (EFI) y el Servicio Estatal Forestal (SEF) del municipio Guane, que incluyen un total de quince personas conocedoras del tema de los criterios e indicadores, así como de Manejo y Ordenación Forestal, las cuales se corresponden con la población total. Además, el grupo está compuesto por sexo masculino, femenino y con una vasta experiencia en la actividad forestal.

4.2.1.2 Selección y descripción de los sitios para el trabajo con C e I.

Para la selección y descripción de los sitios de estudio se toma como referencia los resultados obtenidos del inventario, expuestos en el epígrafe 3.3.2, donde se describen las características de los tres sitios de estudio y el fundamento para la selección de los mismos.

4.2.1.3 Identificación y evaluación de los C e I.

Para identificar y evaluar los criterios e indicadores se tuvo en cuenta dos etapas de trabajo (Anexo 4).

La primera etapa consistió en un trabajo de gabinete y de campo, que consta de dos análisis. El análisis I, donde se hace la selección del conjunto principal de criterios e indicadores, a partir de fuentes de publicación y de los criterios propios del grupo a monitorear por sitio, y posteriormente se selecciona el conjunto de criterios e indicadores sobre la base de preguntas y respuestas (Anexo 5 y 6). Las fuentes de publicación utilizadas fueron: libros de tasación, el proyecto de ordenación, la dinámica forestal, mapas cartográficos, fotos aéreas de la empresa, los estándares del proceso de Lepaterique (Blass, 1997), el proceso de unidades de manejo a nivel nacional en Cuba por Herrero (2000) y la metodología propuesta por CIFOR (1999).

El análisis II incluye el ejercicio de prueba de campo donde se responden preguntas diseñadas con caracteres de C e I y se presentan modificaciones del conjunto principal de los criterios e indicadores, a partir del recorrido *in situ* en cada uno de los sitios de estudio, a través de intercambios con los campesinos y trabajadores (Anexo 7).

La segunda etapa consiste en la realización de talleres donde se llega al consenso de los criterios e indicadores, utilizando el método de criterio de expertos en la investigación, con el objetivo de definir los criterios e indicadores para la especie en el contexto de las tres condiciones ecológicas seleccionadas. En el caso de ser iniciativa del grupo se utiliza una escala de evaluación diseñada por el grupo tomando valores de 1 a 5, considerando el cinco como muy bueno y el uno malo (Anexo 8 y 9).

Como procedimiento de selección de expertos del Método Delphi se asumió el de autovaloración de los expertos, por considerar que el sujeto estima autocríticamente sus competencias y las fuentes que le permiten argumentar sus criterios en el tema en cuestión (Anexo 10).

Para determinar el coeficiente de competencia (K) de los sujetos seleccionados como expertos potenciales, que se conforma a partir de otros dos, se siguió el siguiente procedimiento:

El primero se corresponde con el coeficiente de conocimiento (Kc) del experto sobre el problema que se analiza, determinado a partir de su propia valoración, al solicitarle que valore su competencia sobre el problema en una escala de 1 a 10 (el 1 representa que el experto no tiene conocimiento alguno sobre el tema y el 10, expresa que posee una validación completa sobre el mismo); de acuerdo a su autovaloración el experto ubica su competencia en algún punto de esta escala y el resultado se multiplica por 0,1 para llevarlo a la escala de 0,1 a 1.

$$Kc = Vs * 0,1$$

donde:

Kc: Coeficiente de conocimiento del experto.

Vs: Valor seleccionado en la escala.

0,1: Factor de conversión.

El segundo es el coeficiente de argumentación (Ka), que estima el grado de fundamentación de sus criterios a partir del análisis del propio experto. Para determinar este coeficiente se le solicita al experto que ubique el grado de influencia (alto, medio, bajo) que tiene en su criterio cada una de las fuentes. La suma de los puntos obtenidos según ponderación de Campistrous y Rizo (1998), a partir de las selecciones realizadas por los expertos, es el valor del coeficiente de argumentación (Ka), cuya formulación se aprecia a continuación:

$$Ka = \sum_{i=1}^n C$$

donde:

Ka: Coeficiente de argumentación del experto.

C: Coeficiente de ponderación según grado de influencia seleccionado para cada fuente de conocimiento de acuerdo con Campistrous y Rizo, (1998)

n: Número de fuentes de conocimiento.

Con estos coeficientes, Kc y Ka, se determina el Coeficiente de competencia (K), como promedio de los dos anteriores, utilizando la fórmula siguiente:

$$K = \frac{Kc + Ka}{2}$$

De esta forma resulta para el coeficiente de competencia un valor comprendido entre 0,25 (mínimo posible) y 1 (máximo posible) (Campistrous y Rizo, 1998).

De acuerdo con los valores obtenidos, se asume un criterio para decidir si el experto debe ser incluido. Los valores de K considerados para determinar la inclusión de los sujetos como expertos fueron aquellos que alcanzaron 0,7 o más. Se excluyen los expertos que no responden en algunas de las dos circulaciones de los cuestionarios realizadas.

Además de la información obtenida de los expertos anteriormente señalada se tuvo en cuenta su creatividad, capacidad de análisis, espíritu autocrítico y disposición a participar en el trabajo; todo lo cual se valoró en los contactos que se sostuvieron durante la aplicación del Método Delphi, se utilizó el procedimiento propuesto por el Instituto de Ingeniería de España (2001), que modifica el número de circulaciones de los cuestionarios, de cuatro veces a solo dos.

Se aplicó un cuestionario inicial que aparece en el anexo 10, el que cumplió dos propósitos esenciales:

- 1- Seleccionar a los expertos dentro de un grupo de expertos potenciales (15 sujetos).
- 2- Recopilar la información empírica necesaria de los sujetos a los que se entregó el cuestionario, donde los C e I se someten a la valoración individual del experto.

La segunda circulación de consulta tiene como aspiración concertar C e I, lograr un mayor nivel de concordancia entre la opinión de los expertos, aplicándose el

cuestionario que aparece en el anexo 11 y realizar la evaluación del conjunto principal de criterios e indicadores de Manejo Forestal Sostenible para la especie *Bambusa vulgaris*.

4.2.1.4 Procedimiento utilizado para la elaboración de la metodología para el manejo de la especie.

Para la propuesta de manejo sostenible de la especie *Bambusa vulgaris* se tuvo en cuenta los estudios realizados de autoecología de la especie en los tres sitios de estudio, aspectos relacionados con su estado de conservación, evaluaciones en cada uno de los sitios de estudio, su función como protectora en la faja hidrológica del río Cuyagüateje, los resultados del inventario forestal realizado en las plantaciones, la tecnología para el manejo sostenible de la especie de Álvarez *et al.* (2003), así como la definición de los criterios e indicadores para el manejo sostenible a nivel de especie con objetivo protector y además las metas que se quieren alcanzar en cada uno de los sitios de estudio.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos y cada una de las evaluaciones realizadas en la especie y en cada uno de los sitios se propone una metodología que da las pautas para el manejo de la especie, y a partir de aquí se proponen acciones que permitirán a corto, mediano y largo plazo garantizar el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris*.

4.2.2 Procesamiento estadístico.

Para la valoración estadística del instrumento aplicado a los expertos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 13.0 para Windows.

Se determinaron estadísticos descriptivos tales como media, desviación estándar y coeficiente de variación de cada una de las fuentes de conocimiento.

Se realizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas entre la primera y segunda circulación, a partir de las valoraciones emitidas por los expertos acerca de los criterios e indicadores a considerar para el Manejo Forestal Sostenible de la especie *Bambusa vulgaris*.

Además se determinó la mediana como parámetro descriptivo en ambas circulaciones.

También se realizó una prueba de comparación de rangos de muestras pareadas de Wilcoxon para la concordancia entre los criterios emitidos por cada uno de los expertos en los tres sitios de estudio.

4.3 Resultados y discusión.

4.3.1 Identificación de criterios e indicadores previos a la prueba de campo.

La tabla 10 muestra un total de 38 criterios e indicadores identificados previo a la prueba de campo, de ellos nueve socioeconómicos que representan un 24%, veintidós de manejo forestal para un 58% y siete ecológicos para un 18%.

Tabla 10. Total de criterios e indicadores aceptados por los miembros del grupo en la etapa de precampo.

Criterios	Total	%
Socioeconómico	9	24
Manejo forestal	22	58
Ecológico	7	18
Total	38	100

4.3.2 Resultados de los criterios e indicadores de la prueba de campo (Análisis II).

Los resultados de la prueba de campo manifiestan modificaciones del conjunto principal de los criterios e indicadores, donde se seleccionan veinticuatro C e I. En la figura 64, se aprecia una comparación entre la cantidad de criterios e indicadores de la prueba de pre y postcampo, indicando que de un total de treinta ocho indicadores propuestos, catorce de ellos no se aceptan en la prueba de campo porque los indicadores no eran relevante para la valoración del criterio, no reportaban información cuantificable y tampoco una valoración cualitativa, para hacer valoraciones de ellos, no existía información disponible para poderla registrar en su momento de evaluación y la obtención de la información para estos es muy costosa. En el caso del aspecto socioeconómico de nueve sólo quedan cinco, en el

manejo forestal de veintidós propuestos resultan catorce y en el ecológico de siete sólo cinco se aceptan.

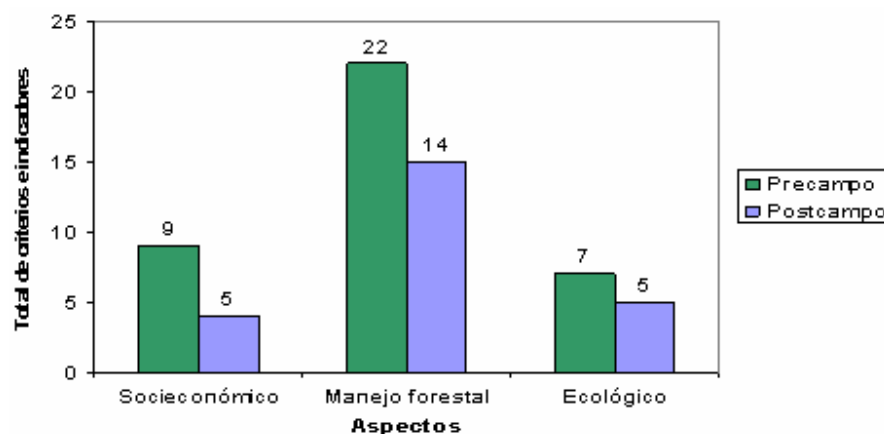


Figura 64. Total de criterios e indicadores de la etapa de pre y postcampo.

En la tabla 11, se presentan las coincidencias en cada uno de los sitios de estudio en cuanto a los aspectos socioeconómicos, manejo forestal y ecológico, indicando un alto grado de coincidencia en los indicadores relacionados con el manejo forestal y ecológico, ya que los aspectos medioambientales a tomar en cuenta fueron similares en cada uno de los sitios, siendo un reflejo de la atención que brinda la Empresa Forestal Integral Macurije en la cuenca del río Cuyagüateje donde se encuentran ubicado los plantones de *Bambusa vulgaris*. Teniendo menor coincidencia los aspectos socioeconómicos. La clasificación de los indicadores en tres categorías, comunes (aquellos relacionados por los tres sitios), semi-comunes (relacionados por dos sitios) y únicos (relacionados por un sitio). Además, muestra el resultado del alto porcentaje de indicadores comunes relacionados con los aspectos manejo forestal (37,5%), ecológico (21%) y socioeconómico (21%). El nivel de indicadores semi-comunes por el grupo osciló desde el 0% hasta 8%, al igual que los indicadores únicos osciló desde el 0% hasta el 12,5%.

Tabla 11. Nivel de coincidencia de los C e I propuestos por el grupo para los sitios de estudios.

Aspectos	Comunes %	Semi-comunes %	Únicos %	Totales
Socioeconómico	5(21%)	0	0	5(21%)
Manejo Forestal	9(37,5%)	2(8%)	3(12,5%)	14(58%)
Ecológico	5(21%)	0	0	5(21%)
Totales	19(79,5%)	2(8%)	3(12,5%)	24(100%)

A continuación se muestra un dendrograma (figura 65) donde se clasifican grupos de similitud entre los criterios e indicadores de la fase de campo para los sitios de estudio Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, reflejando la formación de dos asociaciones, la primera incluye el conjunto desde V15 hasta C1 y el segundo desde V3 hasta I8.

En el caso del segundo resulta interesante destacar que se agrupan criterios e indicadores que se identifican exclusivamente en uno de los sitios de estudio, mostrando un comportamiento único, en el caso del I8 representa al indicador fomento de plantaciones que se identifica en el sitio 3 (Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira), lo cual se debe a la situación real de esta área, donde se reporta la menor superficie cubierta, y efectos de la antropización, los restantes pertenecen a los verificadores V3, V5 y V4, los cuales corresponden al sitio 2 (Consejo Popular Punta de la Sierra) y pertenecen al número de incendios en unidades, superficie recorrida por incendios en ha y superficie total afectada por incendios en ha, lo que evidencia que en este sitio existen tallos que están secos y otros en fase de secarse, propensos a que ocurran incendios, y el V12 (superficie ocupada por la especie) pertenece al sitio 1 (Consejo Popular Los Portales), siendo este el de mayor superficie ocupada por los plantones.

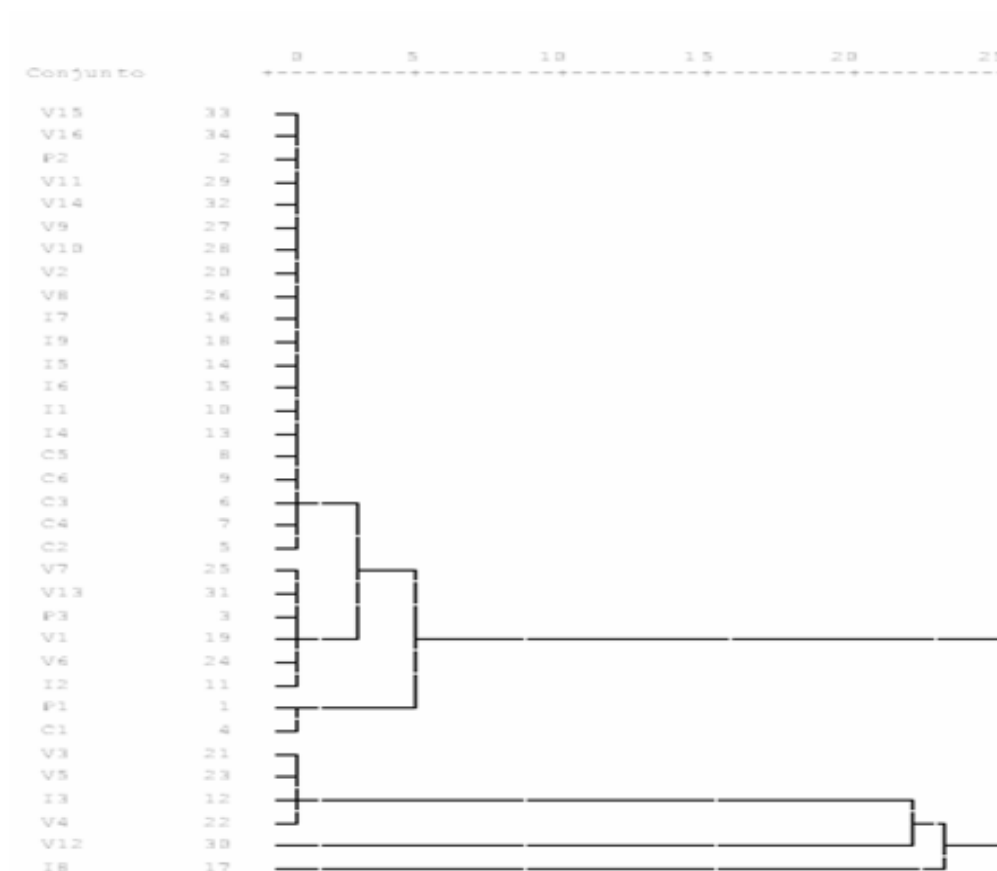


Figura 65. Dendrograma que muestra la clasificación entre el conjunto de criterios e indicadores en prueba de campo en los sitios de estudio.

4.3.3 Selección del conjunto principal por los expertos.

En la tabla 12, se muestra el comportamiento de los estadísticos descriptivos para las fuentes de conocimiento, arrojando medias superiores las fuentes de argumentación relacionadas con los beneficios prácticos adquiridos y la preparación en estudios internacionales en el tema.

Es relevante que la interpretación realizada muestra una tendencia baja y la preparación en estudios nacionales se comporta por debajo de los extranjeros, lo cual permite inferir que el entorno nacional cubano el tema de los criterios e indicadores para el Manejo Forestal Sostenible y en particular para la *Bambusa vulgaris* requiere más atención por parte de los especialistas y científicos.

Tabla 12. Valores descriptivos de las fuentes de conocimiento de los expertos.

Fuentes de argumentación	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Interpretación realizada por usted.	1,86	0,35	18,81
Beneficios prácticos adquiridos.	2,33	0,49	21,00
Preparación en estudios nacionales en el tema.	1,33	0,49	37,00
Preparación en estudios internacionales en el tema.	2,73	0,46	17,00
Criterio sobre el tema.	2,07	0,46	22,00
Su visión del tema	2,00	0,53	26,50

En la tabla 13, se muestran los valores del coeficiente de conocimiento y de argumentación de los expertos como elementos definidos para determinar el coeficiente de competencia de cada uno de los expertos incluidos en el estudio y en el anexo 12 se cuantifica el comportamiento de algunas características del grupo de expertos.

Se aprecia que diez de los quince expertos se autoevaluaron en un nivel alto con respecto al coeficiente de competencia, según criterios de Cué (2008), donde plantea que $k \geq 0,7$, se considera un coeficiente alto, lo cual representa un 67% de los expertos que participaron en el conjunto principal de los criterios e indicadores.

Tabla13. Coeficiente de competencia de los expertos para la definición de los C e I de Manejo Forestal Sostenible.

N	kc	ka	k
1	0,3	1	0,65
2	0,3	1	0,65
3	0,2	1	0,32
4	0,2	1,16	0,6
5	0,3	1,5	0,9
6	0,5	1,5	1
7	0,5	1,33	0,91
8	0,4	1,5	0,95
9	0,4	1,33	0,86
10	0,4	1,5	0,95
11	0,4	1,5	0,95
12	0,3	1,33	0,81
13	0,4	1,33	0,86
14	0,3	1,33	0,9
15	0,2	1,16	0,6

Los resultados del análisis de la prueba de Mann-Whitney para ambas circulaciones muestran diferencias significativas ($p=0,00$), lo que indica un acercamiento aceptable en la segunda circulación al consenso de los criterios emitidos por los expertos en cuanto al conjunto principal de criterios e indicadores para la especie. El nivel de importancia entre la primera y segunda circulación varía de 3 a 4 en valores de la mediana (tabla 14, anexo 13), siendo superior en la segunda circulación (figura 66).

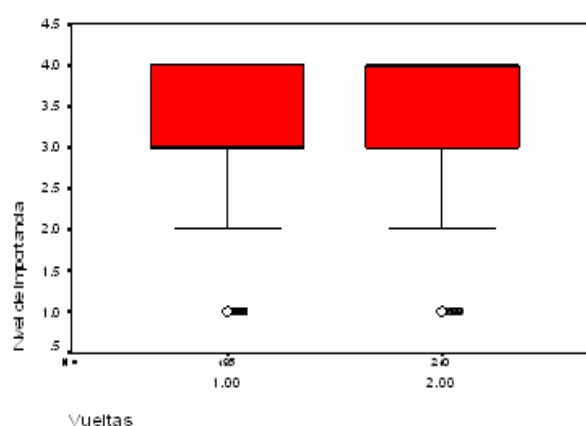


Figura 66. Nivel de importancia entre la primera y segunda circulación.

Según la prueba de Wilcoxon no se muestran diferencias significativas en cuanto al nivel de importancia de los criterios e indicadores a nivel de sitios ($p=0,4$; $1,0$ y $0,4$), lo cual indica que el conjunto principal de criterios e indicadores es aceptado en cada uno de los sitios, aunque es válido destacar que califican con mayor valor de importancia aquellos que son más útiles en cada sitio.

En la figura 67, se observa el nivel de importancia a partir de los valores de la mediana del conjunto principal para cada uno de los sitios de estudio, donde se observa que los criterios e indicadores I3, I8, V3, V4, V5 y V12 son los que se identifican en un solo sitio. En el sitio 1 se encuentra el V12 (superficie ocupada la especie), en el sitio 2 se encuentra el I3, V3, V4 y V5 (superficie y porcentaje de áreas afectadas por incendios forestales, número de incendios, superficie recorrida por incendios y superficie afectada total) y en el sitio 3 el I8 (fomento de plantaciones). Esta singularidad en cada uno de los sitios se debe a los factores que han incidido negativamente en cada sitio.

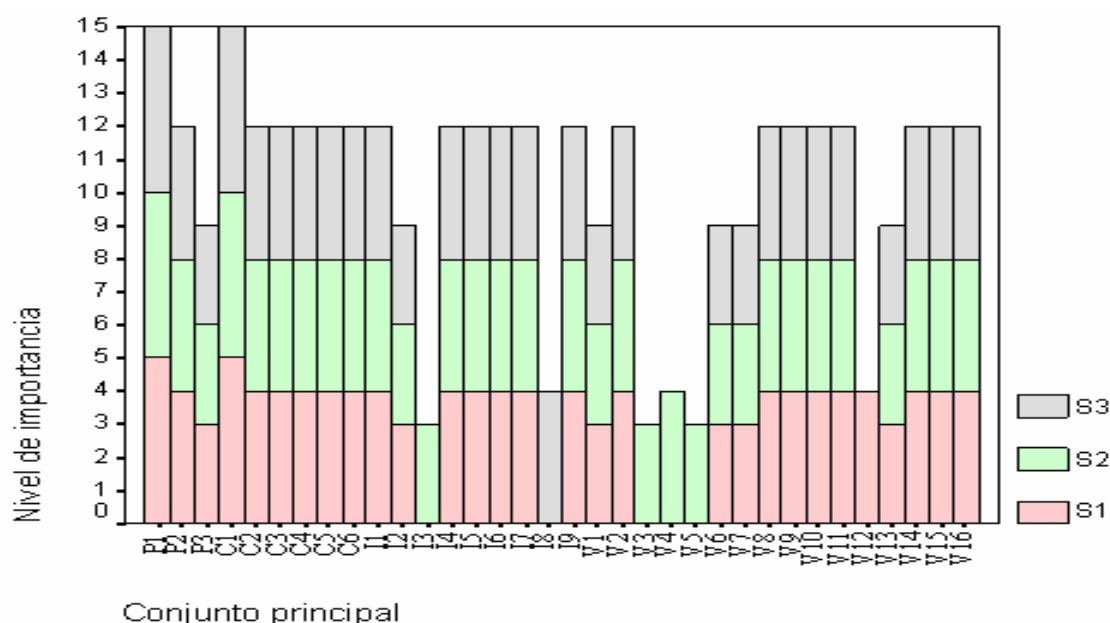


Figura 67. Nivel de importancia del conjunto principal por sitios.

4.3.4 Evaluación de los criterios e indicadores de Manejo Forestal Sostenible para la especie *Bambusa vulgaris*.

Teniendo en cuenta los resultados de la segunda circulación se obtuvo un conjunto mínimo de C e I aplicables a los tres sitios de estudio, los cuales fueron evaluados para las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en el municipio Guane (Anexo 11).

Aspecto socioeconómico.

Se corrobora que para lograr un desarrollo sostenible de los plantones de *Bambusa vulgaris* se deben mejorar las condiciones socioeconómicas, favoreciendo la forma de vida de los habitantes en los sitios. Se identifican en el aspecto socioeconómico los siguientes C e I:

Principio: La satisfacción del ser humano aumenta.

Criterio: La responsabilidad de los administradores forestales está bien definida.

Indicador: Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.

Verificador: El salario medio mensual por trabajadores

Verificador: Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo

Evaluación: El aspecto socioeconómico durante el período de evaluación (2000-2005), el indicador identificado con sus verificadores se evaluó y resultó en la escala de evaluación con cinco puntos, que significa que en el período evaluado a pesar de no reportar accidentes si se tuvo en cuenta por los especialistas. Destacando que el nivel de protección de los obreros no es satisfactorio, pues no tienen las condiciones mínimas de protección garantizadas, y por lo tanto existen grandes posibilidades para la ocurrencia de accidentes. El salario medio mensual se ha aumentado aunque aún no satisfacen las necesidades de los obreros tomando en la escala de evaluación cinco puntos, representando que los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 90%.

Aspecto Manejo Forestal

Se ha constatado que el manejo forestal para la especie se asegura, debido a que se han comenzado a implementar algunas acciones que anteriormente no se ejecutaban. Se identificaron los siguientes C e I:

Principio: El manejo forestal para la especie se asegura.

Criterio: Manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definido.

Indicador: Superficie y porcentaje para la especie afectada por diferentes causas.

Verificador: Plagas y enfermedades.

Verificador: Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.

Criterio: Superficie y porcentaje para la especie necesitados de tratamiento, enriquecimiento y fomento de plantaciones bien definido.

Indicador: Tratamientos silvícolas

Verificador: Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo.

Criterio: Cobertura Forestal

Indicador: Total de área cubierta por la especie, en ha.

Verificador: Superficie ocupada por la especie.

Criterio: Control de actividades de la plantación para asegurar la coherencia con el plan de manejo para la especie.

Indicador: Implementación de la tala (de existir alguna) coherente con el programa planificado.

Verificador: Talas ilegales de la especie.

Evaluación

Como elemento negativo en el período 2000-2005, el grupo resaltó la no existencia de un plan de investigación y desarrollo indicativo directo sobre la especie para guiar y apoyar la plantación de la misma, enfatizando en los períodos de proyectos de investigación a corto, mediano y largo plazo en la cuenca de río Cuyagüateje donde *Bambusa vulgaris* se encuentra incluida dentro de las especies que conforman la faja hidrológica. La necesidad de investigación y desarrollo en

apoyo al manejo silvícola y las actividades operacionales fue reconocido por todo el grupo como importante para la sostenibilidad a largo plazo de la plantación.

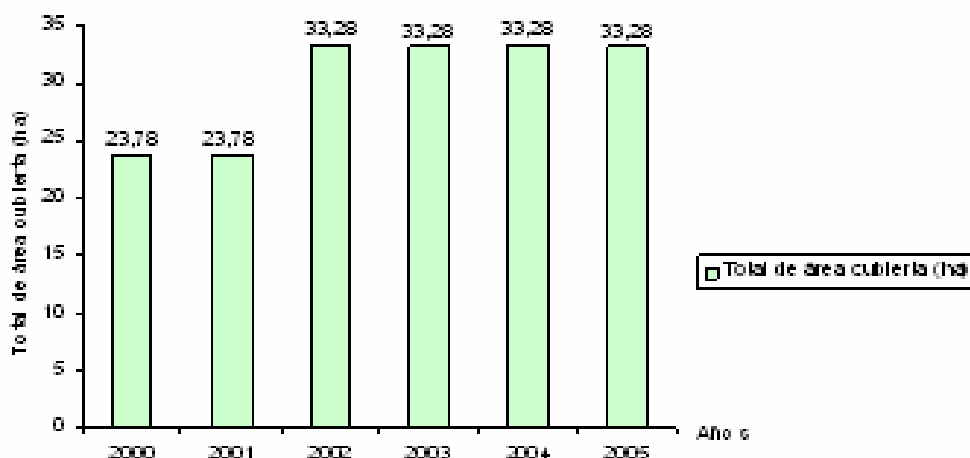
Se percibió un despegue en el trabajo dirigido al buen desarrollo de las plantaciones y hacia la conservación de la especie; existe la protección del bosque contra los incendios como parte del manejo forestal en los sitios. Además, la seguridad forestal, por ejemplo, para la protección de la plantación naturalizada contra la tala ilegal, verificador que se identificó como un aspecto importante en todos los sitios con tendencia creciente ya que se práctica en ocasiones, tomando en la escala de evaluación un valor de cuatro puntos pues existen talas ilegales de la especie.

El verificador plagas y enfermedades, obtuvo valores en la escala de cinco puntos, ya que no se evidencia afectación de plagas y enfermedades.

En cuanto al verificador causas naturales, se le asigna dos puntos en la escala de evaluación, ya que existe un 30% de afectación de la superficie de los plantones, existiendo evidencia de dos huracanes durante el período de evaluación, reportándose un biovolumen en el año 2002 de 0,05 m³/ha, para un 33,33% y en el año 2005 de 0,046 m³/ha, para un 33,32% (Anexo 3).

La especie necesita de tratamiento, enriquecimiento y fomento de plantaciones atendiendo a la superficie que abarca en cada sitio: Consejo Popular Los Portales 16,73ha, Consejo Popular Punta de la Sierra 9,35ha y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira 7,2ha. Se presentó un comportamiento inestable del indicador con su verificador pues en los sitios la aplicación de aclareos no se efectúan, por lo tanto toman en la escala de evaluación un valor de uno, pues las áreas que requieren los tratamientos silvícolas están por debajo del 34%.

En la figura 68, el indicador total de área cubierta por la especie con su verificador tomó en la escala de evaluación valor de uno, pues la superficie ocupada por la especie es menor del 45%.



Fuente: Dinámica forestal 2000-2005 EFI Macurije

Figura 68. Comportamiento del total área cubierta (ha) por años.

Aspecto ecológico

Se enfatizó en el mismo pues se debe mejorar el ecosistema en los tres sitios de estudio. Se identifican los siguientes C e I:

Principio: La regeneración y el ecosistema se mantiene.

Criterio: Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida de los plantones de la especie.

Indicador: Protector de las aguas y suelos.

Verificador: Análisis granulométrico a los suelos.

Verificador: Aspectos de autoecología de la especie.

Evaluación:

Según se aprecia en los años de monitoreo (2000-2005) el principio relacionado con la regeneración y el ecosistema se mantiene. En las áreas se observa un buen desarrollo en la capacidad regenerativa del ecosistema como habilidad del mismo para recuperarse después de haber sufrido daños en los sitios donde se encuentra la especie *Bambusa vulgaris*. Se observó un trabajo dirigido al buen desarrollo de las plantaciones y la conservación de la especie, a través del mantenimiento del ecosistema.

Se ha mantenido el grado de protección de aguas y suelos, verificado con los análisis granulométricos y los estudios de los aspectos de autoecología de la especie, tomando en la escala de evaluación un valor de cinco puntos.

La erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones no es significativa, lo cual demuestra que existe estabilidad en la capacidad de las plantaciones de la especie de mantenerse como faja hidrorreguladora en la cuenca del río Cuyagüateje, manteniendo el contenido de materia orgánica, se ha mantenido la vitalidad en los plantones de manera que no han aparecido plagas y enfermedades, no se encuentra en peligro de erosión y no se ha perdido la capacidad de absorber CO₂.

4.3.5 Propuesta de manejo para la especie.

El propósito de la propuesta de manejo para la especie *Bambusa vulgaris*, fue ofrecer una vía para el fomento, protección y conservación de las plantaciones de la misma, con la finalidad de garantizar un manejo adecuado y sostenible de los plantones de esta especie. En la figura 69, se presenta el esquema de la propuesta metodológica para el manejo sostenible de la especie, el cual consta de cinco etapas.

Etapas 1. Realización del inventario y tiempo de duración del plan de manejo.

Etapas 2: Participación y responsabilidad social corporativa.

Etapas 3: Caracterización del estado actual de conservación y estudios ecológicos.

Etapas 4: Elaboración del plan técnico.

Etapas 5: Presentación del plan de manejo forestal.

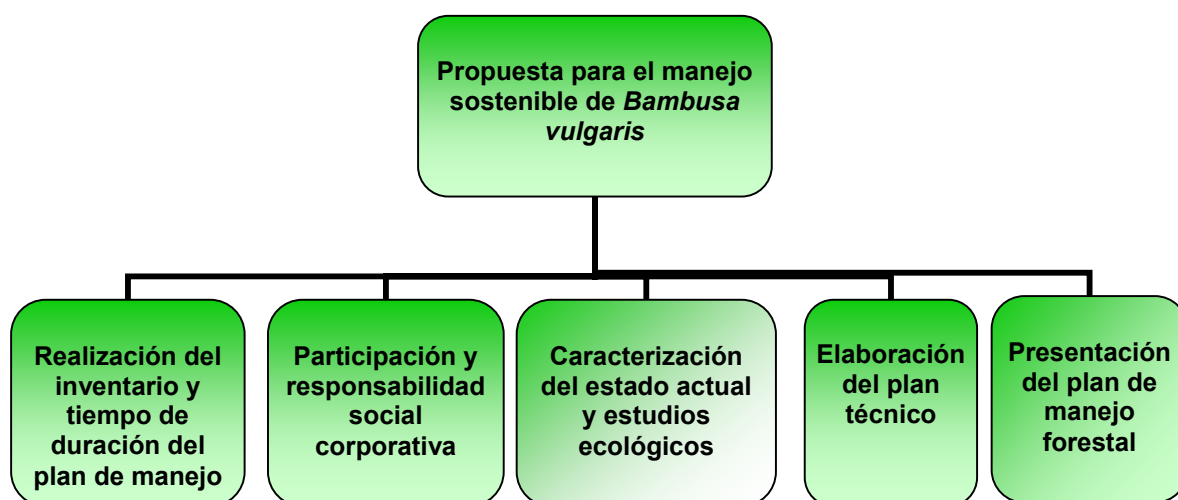


Figura 69. Esquema que representa las etapas de la propuesta de manejo sostenible para *Bambusa vulgaris*.

Etapas 1. Realización del inventario y tiempo de duración del plan de manejo.

Para la ejecución del inventario "*in situ*", es necesario tener en cuenta una valoración del recurso, lo cual constituye una necesidad indispensable para el manejo de los planes de reforestación y aprovechamiento de los mismos, a la par del estudio de los requerimientos ecológicos de la especie y su capacidad de crecimiento en las diferentes condiciones ecológicas.

Dransfield y Widjaja (1995), plantean que los bambúes, como grupo botánico de gran utilidad económica, se evalúan de forma diferente al resto de las especies forestales, debido a que su fuste lo constituye un culmo hueco.

Para el inventario primeramente se debe realizar una caracterización de los sitios de estudio, la cual se hace a través de un equipo multidisciplinario, donde se reconocen las áreas para obtener información sobre los aspectos físico-geográficos, edáficos, tales como: ubicación del sitio, ubicación topográfica del plantón describiendo si se encuentra en riveras con cursos de agua permanentes o intermitentes, laderas, llanuras, pendiente estimada, accesibilidad de los sitios, altura sobre el nivel del mar, tipo de suelo, profundidad, tipo de roca, fragilidad de los suelos, habitantes de la zona y vegetación asociada.

Además se tiene en cuenta evaluaciones en el sitio sobre la base de las mediciones en los plantones:

Para ello se selecciona un plantón típico el cual se enumera, y se cuentan los culmos existentes, tomando en cuenta sus estadios de desarrollo,

- a) Renuevos
- b) Tallos verdes
- c) Tallos maduros
- d) Tallos secos

También se le determina el peso y la longitud de los culmos, seleccionando un tallo por plantón en las categorías biológicas de verde y maduro.

En relación al tiempo de duración del plan de manejo se realizan intercambios con los decisores de las diferentes Empresas Forestales Integrales, teniendo en cuenta si las masas han sido o no manejadas con anterioridad.

Etapas 2: Participación y responsabilidad social corporativa.

En esta etapa es donde se garantiza la participación comunitaria, a partir del desempeño responsable de las empresas con la sociedad y el medio ambiente, de forma tal que se involucre a los comunitarios para garantizar la aceptabilidad que tendrá la propuesta de manejo en función del entorno socioeconómico que prevalezca en la zona, con especial atención en las aspiraciones propias de la comunidad en término del futuro que deseen, ya que el manejo es una actividad a corto, mediano y largo plazo y por consiguiente quienes deben garantizar la continuidad de los proyectos son las comunidades locales, con el apoyo de las organizaciones sociales, económicas y culturales.

Etapas 3: Caracterización del estado actual y estudios ecológicos.

Para las evaluaciones del estado actual de los sitios se toma información básica de la dinámica de plantaciones de la especie y se evalúa "in situ" el grado

antropogénico, la estructura de la vegetación, presencia de talas, presencia de regeneración natural, estado sanitario y evaluaciones de daños mecánicos.

Se realizan estudios ecológicos donde se registra el comportamiento de diferentes variables de autoecología en épocas estacionales diferentes, se estudia el efecto de los culmos ante vientos huracanados, análisis físico-químico de los suelos y efecto ante la acción protectora en las fajas hidrorreguladoras. Estos estudios deben contar con un buen diseño experimental de forma tal que permita fundamentar el proceso con alta calidad y científicidad.

Se realizan además estudios socioeconómicos, recomendando la encuesta como método de trabajo, y dentro de este el cuestionario y las entrevistas personales, para medir el nivel de conocimiento y las diferentes causas que ocasionen algún nivel de afectación en las plantaciones protectoras.

Etapas 4: Elaboración del plan técnico

Consiste en preparar un plan técnico detallado para el manejo de la especie que integre criterios silvícolas, donde se defina el tipo de manejo, preparación del corte, y la técnica de propagación vegetativa, coincidiendo con lo planteado por Álvarez *et al.* (2003), en la tecnología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris*, además se debe tener en cuenta la capacitación de los técnicos y las investigaciones realizadas con la especie.

El mismo consta de dos subetapas y cada una debe contener acciones específicas, metodologías, programas para su ejecución y responsables, sustentado en la identificación de los criterios e indicadores a nivel de especie como herramienta fundamental que permita justificar el sistema de manejo que se proponga en cada caso.

Subetapas del plan de manejo.

1. Técnicas de clasificación de manejo para las masas existentes de *Bambusa vulgaris*, coincidiendo con lo planteado por Álvarez *et al.* (2003).

Esta técnica se comprueba directamente en el campo, observándose las condiciones que presentan los plantones en cuanto a la existencia de manejo en cada uno de los sitios.

Se ha demostrado en esta investigación en el capítulo 3, epígrafes 3.3.4 y 3.3.4.1 que en cada uno de los sitios de estudio predomina el mal manejo de la especie, caracterizado fundamentalmente por cortes por encima del primer nudo que reducen el vigor de los rizomas, afectando su producción, lo cual coincide con lo reportado por Álvarez *et al.* (2003).

Partiendo de las informaciones que se obtienen del inventario "*in situ*", en el epígrafe 3.3.2 descrito anteriormente, en cuanto a la composición estructural de los plantones en base a los estados vegetativos de los culmos, se propone el sistema de corte selectivo, ya que el mismo causa un mínimo de perturbación a la cepa, además se conserva una parte de los tallos mayores de dos años, se mantiene el vigor de los rizomas, y se conserva la composición estructural.

En la exploración de campo se observó que no se contaba con una planificación en cuanto a la época de corte, técnica de cosecha, de corte y tala sanitaria, constituyendo estos aspectos elementos fundamentales para garantizar una mayor productividad, por lo que se recomienda la implementación de los criterios establecidos por Álvarez *et al.* (2003), donde reporta para la época de corte la estación seca, debido a que los tallos presentan bajo contenido de humedad, lo cual facilita el transporte y reduce la incidencia de enfermedades y el ataque de plagas y la técnica de corte más indicada para realizar en los plantones, es a nivel del primer nudo, cortando los culmos desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo. Los autores antes mencionados recomiendan la tala sanitaria como vía para eliminar los culmos enfermos y de mal crecimiento.

Estos tratamientos deben ser ejecutados de forma tal que la composición estructural de los plantones vaya adquiriendo la configuración deseada, lo que redundará en una mayor producción de culmos con un aumento de la calidad de las mismas, a la vez que se garantiza la perpetuidad de los plantones.

2. Técnicas para la propagación vegetativa de *Bambusa vulgaris*.

Para el desarrollo de esta subetapa hay que tener en cuenta la selección de los tallos, los cuales deben ser de color verde y con buen estado fenotípico, se debe manejar el tallo adecuadamente a la hora de su traslado al vivero o al área de siembra directa, el trasplante también es otro aspecto a considerar y la preparación del área y el espaciamiento, teniendo en cuenta las características topográficas del terreno, además establecer la plantación de forma directa o el transplante al inicio de la época de lluvias, en dependencia de la región donde se vaya a establecer, teniendo en cuenta lo reportado por Álvarez *et al.*(2003), donde definen que la principal vía de reproducción para la especie es la vegetativa a través de tallos seccionados, el cual brinda la posibilidad de utilizarlos para establecer plantaciones según dos criterios: plantación directa de estacas y plantación de posturas.

En el área de estudio se han seguido algunos de estos criterios para la propagación vegetativa de la especie, donde las plantaciones han sido establecidas por siembra directa, el tallo se ha manejado adecuadamente y las condiciones en cuanto a preparación del área y espaciamiento responden a un terreno llano y ondulado, con pendientes en el rango de 5-10%.

Etapas 5: Presentación del plan de manejo forestal

La presentación del plan de manejo forestal debe contener un cronograma de ejecución, control y seguimiento de cada una de las etapas del plan de manejo.

A continuación se proponen las acciones que deben realizarse en cada uno de los sitios de estudio, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las etapas a considerar en la metodología para el manejo sostenible de la especie.

1. Lograr la participación comunitaria y responsabilidad social corporativa, a través de la integración de los pobladores y las empresas en el proceso de toma de decisiones.
2. Manejar el sitio Consejo Popular Los Portales para su aprovechamiento en menor tiempo que los restantes, en época de sequía.

3. Realizar la siembra al inicio de la época lluviosa, ya que los estudios de suelos revelan que el sitio Consejo Popular Los Portales retiene en mayor proporción la arena y por tanto la retención de humedad es menor.
4. Fomentar un vivero con la tecnología de propagación vegetativa, con material vegetal procedente de cada sitio y con buenas características fenotípicas.
5. No sembrar en la proximidad de la orilla del río para evitar la pérdida de elementos nutritivos.
6. Realizar actividades de enriquecimiento y fomento con nuevas plantaciones en los sitios Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Concentrado Rural La Guira (Sabino Pupo).
7. Realizar las prácticas de manejo adecuadamente, garantizando los tratamientos silviculturales y los cortes en el primer entrenudo.
8. Realizar actividades de saneamiento y manejo adecuado del plantón post el paso de los huracanes.
9. Establecer una vigilancia constante para evitar las talas furtivas y el peligro de incendios forestales, pues aunque no existen reportes de este último, en los sitios de estudio existe material combustible disponible.
10. Continuar con el inventario patológico en las áreas, a pesar de no reportar la incidencia de plagas y enfermedades, pero la especie es vulnerable a las mismas.
11. Monitorear el estado de conservación de las plantaciones y evaluar su función protectora en la faja hidrorreguladora.

4.4 Conclusiones

- Se demostró a través de la primera y segunda circulación que nueve criterios e indicadores se califican por los expertos como muy útiles para lograr el Manejo Forestal Sostenible de la especie (C2, C5, I7, I9, P2, P3, V14, V15 y V9).
- Se estableció un conjunto base para evaluar aspectos socioeconómicos, del manejo forestal y ecológicos de las plantaciones de *Bambusa vulgaris* con objetivo protector, que consta de tres principios, seis criterios, seis indicadores y ocho verificadores.
- Se elaboró una propuesta metodológica para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris*, estructurada en cinco etapas.
- Se proponen acciones para el manejo en cada uno de los sitios, de forma tal que se pueda mejorar la estructura de los plantones.

CONCLUSIONES

5. Conclusiones generales

- La especie *Bambusa vulgaris* se desarrolla en la orilla de los ríos reteniendo bien la arcilla y el limo, lo cual proporciona al suelo una alta capacidad de almacenar elementos nutritivos en forma asimilable y le facilita una alta acumulación de agua.
- Los aspectos de autoecología de la especie manifiestan diferencias en épocas estacionales, y favorables tasas de transpiración y fotosíntesis continuando con el proceso de asimilación de CO₂ hasta horas después de las 4:30 pm, lo cual pudiera deberse a que se trata de una planta C₄.
- Las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en la cuenca del río Cuyagüateje han sido afectadas fundamentalmente por “las prácticas de manejo”, “paso de los huracanes”, “prácticas de silvopastoreo” y “talas furtivas”.
- El conjunto base de criterios e indicadores identificados constituye una herramienta para la evaluación del manejo sostenible del ecosistema.
- La propuesta metodológica para el manejo sostenible de la especie *Bambusa vulgaris* garantizará las bases para fortalecer el manejo y protección de las plantaciones.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

- Acometer los programas de reforestación en los sitios estudiados a lo largo y ancho del río Cuyagüateje, teniendo en cuenta el potencial de superficie a plantar por las empresas del sector forestal del Ministerio de la Agricultura hasta el 2010.
- Iniciar y poner en práctica el trabajo con el conjunto de C e I identificados para *Bambusa vulgaris* en el país teniendo presente que para el aspecto ecológico el verificador aspectos de autoecología de la especie no podrá ser utilizado por el momento por la falta de equipamiento para las empresas forestales del país.
- Utilizar los procedimientos de trabajo aplicados en esta investigación, para los estudios con otras especies forestales.
- Hacer extensiva la propuesta metodológica para el manejo sostenible de la especie y ejecutar las acciones de manejo teniendo en cuenta las características de los sitios de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Acosta, M.; Vargas, J.; Velásquez, A.; Etchevers, J. D. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Revista Agrociencia* Vol. 36 No. 6: 725-763.
- Ansorena, M. 1994. *Sustrato, propiedades y características*. Ediciones Mundiprensa. España. 172 p.
- Albareda, J. M.; Hoyos de Castro, A. 1948. *Edafología*, Saeta, Madrid, 275 p.
- Almeida, Mercedes de la Caridad. 2003. *Perfeccionamiento para el manejo de los bosques semidecíduos mesófilos en la Ciénaga de Zapata*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba. 278 p.
- Álvarez, P. A. y Varona, J. C. T. 1988. *Silvicultura*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 354 p.
- Álvarez, R. A. 1995. *Estadística Multivariada y no paramétrica con SPSS*. Ediciones Díaz De Santos, S.A. Juan Bravo, Madrid, España. 28006 p.
- Álvarez, M; Miguel B.; Jorge L.; Juan M. M. y Félix A. A. 2003. Tecnología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrad. En: *Memorias del Primer Taller Nacional del Bambú*. Programa “Desarrollo de alternativas agroecológicas para el uso del bambú en Cuba”. Asociación Cubana de Trabajadores Agropecuarios y Forestales. p 39-51.
- Álvarez, M; Miguel B.; Jorge L. y Juan M. M. 2004. «Manual técnico del Bambú», versión electrónica. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de La Habana. 24p.
- Álvarez, A. 2006. *El cambio climático y el sector agrario cubano: Presentación al Consejo Técnico Asesor del Ministerio de la Agricultura*. Instituto de Investigaciones Forestales, Marzo. Ciudad de La Habana. 26 p.

- Ávila, J; Ilia G.; Eduardo G.; Jorge R. y Armando D. 1979. Ecología y Silvicultura. Cuba. Editorial pueblo y educación. 177p.
- Baena, M.; Larillo, S y Montoya, J. E. 2003. Material de apoyo a la capacitación en Conservación *in situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y fincas. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Material producido con el apoyo del Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentación de España (INIA). p 20.
- Báez, R. y Diago, J. 1998. El patrimonio forestal en Cuba. Su importancia económica, ecológica y social. **Revista Cuba Forestal**. Vol. 1 (0) Publicación del sector forestal del Ministerio de la Agricultura. p 17-23.
- Ballester, M. M. 1998. Conceptos Generales sobre la Protección. San José, Costa Rica. (Documento inédito, versión preliminar).
- Banik, Ratan Lal. 1988. Investigation on the culm production and clump expansion behavior of five Bamboo species of Bangladesh. Indian Forester. 102(9): 576-583.
- Begon, M.; Harper, J.L. y Townsend, C.R. 1995. Ecología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. p 76-79.
- Behan, R.W. 1990. Multiresource forest management: a paradigmatic challenge to professional forestry. Journal of Forestry (E. U. A.) 88(4): 12-18.
- Bennet, S.S.R.; Gaur, R.C. 1990. Thirty-seven Bamboos growing in India. Dehra Dun, India: Forest Research Institute. 100 p.
- Benítez, N. J. Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst. de la provincia Camagüey. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Programa de Doctorado cooperado Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba.
- Betancourt, B. A. 1987. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana. Cuba. 427 p.
- Betancourt, M. 2003. « Programa nacional de Bambú» Primer Taller Nacional del Bambú. Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba. p 5.

- Betancourt, M. ; Miguel A.; Ihosvany C. y Juan M. M. 2008. Reforestación con Bambú en Cuba. Memorias del taller Bambú biomasa, Bayamo, Granma. Versión electrónica. p14.
- Betancourt, M. 2009. Comunicación personal. Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Ministerio de cultura Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana. Cuba. p. 261-262.
- Blass, J. 1997. Proceso Centroamericano de Lepaterique. Revista Forestal Centroamericana No. 29, Costa Rica, p.22.
- Borhidi, A. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akademi Kiadó, Budapest. 858 p.
- Brito, C. E. B. 2000. Términos y definiciones. Grupo de vigilancia y protección del patrimonio forestal, la fauna silvestre y otros recursos naturales. Jefatura Nacional del Cuerpo de Guardabosques. Ministerio del Interior. (Inédito).
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental Pollution. (116): p 363-372.
- Cairo, P.; Quintero, G. 1980. Suelos, Editorial pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 128-129p.
- Cairo, P. y O. Fundora. 2002. Edafología. Editorial Pueblo y Educación. Tercera Edición. Ciudad de La Habana, Cuba. 476 p.
- Calderón, S.; Gayoso, J.; Guerra, J.; Schelegel, B. 2002. Inventarios forestales para contabilidad de carbono. FONDEF, INFOR, Universidad Austral de Chile. Chile. 30 p.
- Calero, A. 1978. Técnicas de muestreo. Estadística. Editorial Pueblo y educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 184 p.
- Camino, R.1997. Monitoreo forestal en Nicaragua. **Revista Forestal Centroamericana**, No 25, CATIE, Turialba, Costa Rica. 21p.
- Campistrous L.; Celia Rizo.1998. Indicadores e investigación educativa. Folleto impreso. IICCP, La Habana, Cuba, 21p.

- Casin, R.F.; Mosteiro, A.P. 1970. Utilization and preservation of Bamboo. College, Laguna, Philippines: Forest Products Research and Industries Development Commission, Wood Preservation Report. 5(6): 1-5.
- Castañeda, F. 2003. Criterios e Indicadores para la ordenación forestal sostenible en Latino América. (IUFRO/ CATIE / CIFOR /FAO). CATIE/ Turialba, Costa Rica.
- Catasús, L. 2003. Estudio de los Bambúes arborescentes cultivados en Cuba. Asociación Cubana de Trabajadores Agropecuarios y Forestales. 56p.
- CATIE, 1995. Revista Forestal Centroamericana No. 11, Costa Rica, p.22.
- CATIE, 1999. Revista Forestal Centroamericana No. 25, Costa Rica, p.22.
- CATIE, 1993. Revista Forestal Centroamericana No. 6, Costa Rica, p.34.
- Centella, A.; J. Llanes y L. Paz 2001. República de Cuba, Primera Comunicación Nacional a la Convención Marcos de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (Ed.) INSMET Instituto de Meteorología. Cuba. p.3-118.
- CIFOR C&I Team. 1999. The CIFOR Criteria and Indicators Generic Template. Bogor, Indonesia, CIFOR. 53 p. (Criteria and Indicators Toolbox Series 2).
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD). 1992. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Nueva Cork. EEUU. Naciones Unidas.
- Cordero, Elsa M. 2004. Resultados de inventario forestal realizado en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* schrad var. *vulgaris* en el municipio de Guane, perteneciente a la Empresa Forestal Integral Macurije de la provincia Pinar del Río. **Revista Forestal Baracoa**. Instituto de Investigaciones Forestales Vol. 23 (2), Ciudad de La Habana, Cuba. p.33-37.
- Cordero, Elsa M. 2006. Resultados de inventario en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* Schrad var. *vulgaris* en el municipio de San Luís de la provincia Pinar del Río. **Revista Forestal Baracoa**. Instituto de Investigaciones Forestales Vol. 25 (1), Ciudad de La Habana, Cuba. p.9-14.
- Costas, R. 2007. Proyectos y asesoramiento en medio ambiente. Disponible en: <http://www.Cienciaybiologia.com/ecologia/autoecologia.htm>. (Consultado 3 de abril, 2008).

- CITMA-CIGEA.1998. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en la República de Cuba. (material mecanografiado), 50 h.
- CITMA. 2003. Estación meteorológica de San Juan y Martínez, Pinar del Río.
- Cunningham, R.L.; Clark, T.F.; Kwolek, W.F. 1970. A search for new fiber crops. 12: Laboratory scale pulping studies continued. Tappi. 53(9): 1697-1700.
- Cué, G. J. L. 2008. Evaluación de la tendencia de Manejo Forestal Sostenible en Unidades Empresariales de Bases Silvícolas pertenecientes a la Empresa Forestal Integral "Cienfuegos". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba
- Cruzado, H. J.; Muzik, T.J.; Kennard, W.C. 1961. Control of Bamboo in Puerto Rico by herbicides. Weeds. 9(1): 20.
- Clemente, A. 1983. Componentes específico y estacional en la variación del contenido en elementos químicos de las especies y formas biológicas del encinar mediterráneo, Universidad de Alicante. Alicante, p 254-268.
- Chaturvedi, A.N. 1988. Management of bamboo forests. Indian Forester. 114(9): 489-495.
- Del Risco, E. 1995. Los bosques de Cuba. Su importancia histórica y característica. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba. p 17.
- DMPF, 2002. Dirección Municipal de Planificación física, Guane, Pinar del Río.
- Duchaufour, Ph. 1987. Manual de Edafología, Masson, Barcelona, 214 p.
- Dransfield, S. y Elizabeth Widjaja.1995. Plant resources of South-East Asia: Bamboos. Backhuys Publ., Leiden, Holanda, 190 p.
- Englerth, George H.; Maldonado, Edwin. 1961. Bamboo for fence posts. Trop. For. Notes 6. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
- Escolano, Jaime O.; Semana, José A. 1970. Bag and wrapping papers from kauayan-killing (*Bambusa vulgaris* Schrad.). Philippine Lumberman.16(5): 36-38, 40.
- FAO. 1959. Unasylva, Volumen 13 (1). Roma, p 3-44.

- FAO. 2000. Actes de l' atelier sous-régional sur les statistiques forestières et perspectives pour le secteur forestier en Afrique/FOSA sous région ECOWAS. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 13-18 de diciembre de 1999. FAO, Roma.
- FAO. 2001. Situación de los bosques del mundo. Estudio FAO Montes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p 175.
- FAO. 2002. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 informe principal. Roma, Italia. 51-59 p.
- FAO. 2003. Situación Forestal en la Región de América Latina y el Caribe 2002. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 52-54 p.
- FAO. 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Estudio FAO (148). Montes. Roma, Italia. 178 p.
- FAO. 2009. Situación de los bosques del mundo. Estudio FAO Montes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 176 p.
- Fernández, A. 2008. Estrategia de conservación para *Pinus tropicalis* Morelet en Viñales, Alturas de pizarras. Trabajo de Diploma para obtener el título de Ingeniero forestal, Facultad Forestal- Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Fernando, F.; D. Valentín, S. Obujov y C. Carriles 1986. Proyecto de ordenación de bosques. MINAG. Ciudad de La Habana. 602p.
- Ferreira, O. 1994. Manual de inventarios forestales, 2da Edición. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Sigüapetèque, Honduras. 97 p.
- Forest Products Research Institute (F.P.R.I) 1964. Prospective pulpwood species for plantations in the Philippines. Tech. Note 40. College, Laguna, Philippines: Forest Products Research Institute. 3 p.
- Forset, I.N and Norman, J.M. 1991. Modeling of solar irradiance, leaf energy budget and Canopy photosynthesis in: Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A field and Laboratory Manual D.O Mall, J.M.O. Scurlock, H. Bolhar, R.C leegood, S.P. Long (eds) London in Press.

- Francis, J. K. 1993. «*Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Bambú común, Gramínea Familia de las gramíneas, *Bambusoideae* Subfamilia del Bambú» versión electrónica.5p.
- Frineza, A. 2008. Bases ecológicas para el manejo y conservación de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Viñales, Alturas de pizarras. Trabajo de Diploma para obtener el título de Ingeniero forestal, Facultad Forestal- Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García, Q. Y. 2006. Estrategia de conservación intraespecífica para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Programa de Doctorado cooperado Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba.
- García, Q. Y.; Geada L. G; Castillo, M. I. 2007. Caracterización de atributos ecofisiológicos de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en diferentes ambientes. **Revista Forestal Baracoa**. Vol. 26 (I). Ciudad de La Habana. p.19-27.
- García, Q. Y; Geada, L. G; Guizar, N. E. 2008. Autoecología de una conífera endémica de la zona más occidental de Cuba: *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. Memorias del 5to simposio del manejo sostenible de los recursos forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García Q. Y; Flores, J.; Geada, G.; Escarré, A.; Castillo, I.; Medina M. 2009. Relación entre atributos ecofisiológicos de la especie vulnerable *Pinus caribaea* var. *caribaea* y características ambientales de ocho localidades en Pinar del Río, Cuba. Interciencia. Journal Science of Plant. 10 p.
- GEAM. 2005. Estrategia de desarrollo forestal 2005-2015. MINAG. 181 p.
- González, H. O. 2003. Perfeccionamiento en el manejo de la materia prima para aumentar la calidad de la madera aserrada del *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* en la provincia de Pinar del Río. Cuba. p. 72-82.
- Good, R. 1953. The Geography of the Flowering Plants. (2da edición). Londres, Francia. p 452.
- Goudet, J.P. 1975. Plantations experimentales d'especes papetieres en Cote d'Ivoire. Bois et Forêts des opiques. 159: 3-27.

- Gutiérrez, B. 2003. Enfoque cooperativo para el mejoramiento genético y la conservación de los recursos forestales en Chile, Colombia y Costa Rica. Investigación agraria. Sistema y recursos forestales. Vol. 12 No. 3. Edición on line. p 113.
- Hambleton, E.J.; McClure, F.A. 1951. Rhinoceros beetle, *Podischnus agenor* (01.) damages Bamboo shoots. Turrialba. 1(4): 199-201.
- Hassan, M.M.; Alam, M.K.; Mazumder, A. H. 1988. Distribution of Bamboo under the edaphic and climatic conditions of Bangladesh. Indian Forester. 114(9): 505-513.
- Hernández, A.; J. M. Pérez, D. Bosch, L. Rivero, E. Camacho y J. M. Ruiz 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, MINAG, Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández. A. 2003. Fundamentos de Geografía del Suelo. Conferencia. Maestría de Ciencias del Suelo. UNAH. La Habana, Cuba.
- Hernández, G. L. 2005. Introducción a la Ecofisiología vegetal y Nutrición Mineral de las plantas. Libro de Botánica On line. Material didáctico elaborado por Dpto. de Botánica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Disponible en: <http://www.forest.ula.ve/-rubenhg>. (Consultado 15 de Enero, 2006)
- Herrero, J. A. 2000. Criterios e Indicadores para el manejo forestal sostenible. **Revista Cuba Forestal**, 1(1), Cuba. p. 11-13.
- Herrero, J. A. 2005. Criterios e Indicadores para el manejo forestal sostenible. Una visión de futuro. MINAG, La Habana, Cuba. 55 p.
- Herrero, J. A. 2006. El Sector Forestal en Cuba. Actualidad y Perspectivas. Conferencia magistral. IV Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales. Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río. Cuba.
- Huberman, M. A. 1959. «La Silvicultura del Bambú » **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Unasyiva**. No. 1, Vol. 13, FAO. p 36-42.
- INBAR. 2005. Anual report. Market development. 25 p.

- INSMET. 2003. Trayectoria oficial del Huracán “Isidore” por la provincia de Pinar del Río en el año 2003. La Habana. Cuba.
- INSMET. 2004. Trayectoria oficial del Huracán “Iván” por la provincia de Pinar del Río en el año 2004. La Habana. Cuba.
- INSMET. 2009. Conferencia impartida sobre el clima de Cuba. La Habana.
- Instituto de la Ingeniería de España. “El método Delphi”. 2001, 6p. <http://www.gtlic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>. (Consultado 27 de noviembre , 2007)
- IPCC. 2007. Climate Change 2007- Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Forth Assessment Report of the IPCC. 1268p.
- ITTO. 1993. ITTO guidelines for the establishment and sustainable management of planted tropical forests. ITTO Policy Development 4, Yokohama, Japan. 38p.
- Janci, J.; Farkas, J.; Gajdos, J. 1971. Neutral sulfate semichemical Bamboo pulps. Papir a Celuloza. 26(12): 139-151.
- Janzen, D. H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. Annual Review of Ecology and Systematics. 7: 347-391.
- Jaula B., J. A. 2002. Algunos problemas sociales de la protección del medio ambiente frente al reto del desarrollo sustentable. Documento preparado para cursos de postgrados. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.
- Jenny, H. 1941. Factors of Soil Formation. McGraw Hill, Inc., New York, 289 p.
- Johnsen, K.H y Major, J.E. 2004. Técnicas ecofisiológicas en la evaluación de germoplasma. Manejo de Recursos genéticos forestales. Documentos presentados en el segundo Seminario Taller sobre Manejo de Recursos Genéticos Forestales realizado los días 11 y 12 de Abril de 1995 en la Universidad Autónoma de Chapingo. Segunda Edición. Comisión Nacional Forestal. p 159.
- Khan, M.A. Waheed. 1972. Propagation of *Bambusa vulgaris*—its scope in forestry. Indian Forester. 98(6): 359-362.

- Kollmann, F. 1959. Tecnología y aplicaciones de la madera. Tomo I, Ministerio de la Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y experiencias y servicio de la madera. Madrid, España. 137-138p.
- Lammerts van Bueren, E.M. and E. Blom. 1997. Hierarchical Framework for the Formulation of sustainable forest management standards. Tropenbos, The Netherlands, 82 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p.
- León, C. J. 2002. Nuevas perspectivas para el uso del agua y la gestión de los recursos vegetales en la cuenca del Río Cuyagüateje. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba.
- López, R.G. 2006. Ecofisiología de árboles. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 484 p.
- Linares, L. E.; Álvarez B. A., Ivonne Diago Urfé y Alicia Mercadet Portillo. 2007. El sector forestal de la República de Cuba al término del 2007: Situación del patrimonio forestal, Cuba. 8p.
- Linares, L. E.; Álvarez B. A., Ivonne Diago Urfé y Alicia Mercadet Portillo. 2007. El sector forestal de la República de Cuba al término del 2007: Empleo de la diversidad forestal en la (re)forestación, Cuba. 11p.
- Linares, L. E.; Álvarez B. A., Ivonne Diago Urfé y Alicia Mercadet Portillo. 2007. El sector forestal de la República de Cuba al término del 2007: Los cambios del último lustro, Cuba. 7p.
- Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR. Iberoamericana de Ediciones, Inc. 566 p.
- Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 239. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Londoño, X. 2004. Bambúes Exóticos en Colombia. *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland. Sociedad Colombiana del Bambú, Colombia. P 30-31.

- Louman, B; Quirós, D y Nilson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- Makundi, W.; rozali, W.; Justin, D. y Cyril, P. 1998. Los bosques tropicales en el Protocolo de Kyoto. **Actualidad Forestal Tropical**. 6 (4): 5-8, abril.
- Margalef, R. 1991. Teoría de los sistemas ecológicos. Publicaciones de la Universidad de Barcelona, 290 p.
- Martorell, L. F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
- McClure, F.A. 1966. The Bamboos: a fresh prospective. Cambridge, MA: Harvard University Press. 347 p.
- McGinley, K; B. Finegan. 2001. Criterios e indicadores para evaluar la sostenibilidad ecológica. **Revista Forestal Centroamericana** No. 34, Costa Rica, p. 23-27.
- Mercadet, Alicia y Álvarez, A. 2006. Informe Final de subproyecto: Propuesta metodológica para establecer la línea base de carbono en las empresas forestales cubanas. Ciudad de La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Forestales. 26p.
- Mercadet, Alicia; Álvarez, A. y A. Escarré. Inédito. Contenido de carbono y nitrógeno en la madera y la corteza de especies forestales arbóreas existentes en Cuba, primer reporte. Instituto de Investigaciones Forestales, Ciudad de La Habana, Cuba. 26p.
- Medina, J.C.; Ciaramello, D.1965. The effect of culm age on the paper-making qualities of *Bambusa vulgaris*. Bragantia, Campinas. 24(32): 411-435.
- Medina, M. 2006a. Principales atributos fisiológicos que se utilizan en el análisis de calidad de las plantas. Documento preparado para el Diplomado de Reforestación. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. (Documento inédito). p 2.

- Medina, M. 2006b. El agua y el estado de estrés hídrico en los vegetales. Documento preparado para el Diplomado de Reforestación. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. (Documento inédito). p 2.
- MINAG. 2005. Bambú. Situación actual. Proyección de las áreas en explotación período 2005-2010. Ciudad de La Habana, Cuba. 5p.
- MINAG. 2006. Programa Nacional Forestal de la República de Cuba hasta el año 2015. C. Habana, Dirección Nacional Forestal. 87 p.
- MINAG. 2007. Bambú. Situación actual. Proyección de las áreas en explotación período 2005-2010. Ciudad de La Habana, Cuba. 5p.
- MINAG. 2008. Dinámica Forestal 2007. Dirección Forestal.
- MINAG. 2009. Dinámica Forestal 2008. Dirección Forestal.
- Mitjans, Bárbara; A. Camejo; O. Izquierdo. 2004. Proyecto de rehabilitación y ordenamiento de la faja hidrorreguladora del Río Cuyagüateje. Cuba. 10p.
- Montenegro, G.; Segura, B. y Mújica, A.M. 1981. Xeromorfismo en especies arbustivas. An. Mus. Hist. Nat. 1471: 83.
- Moura, P. 2001. La Convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales. Unasylva. Vol. 52 (206): 34-40, marzo.
- Nadgir, A. L.; Phadke, C. H.; Gupta, P. K. 1984. Rapid multiplication of bamboo by tissue culture. *Silvae Genética*. 33(6): 219-223.
- Nambiar, E.K.S. and Brown, A.G. 1997. Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests. ACIAR Monograph No. 43, Canberra, Australia.xii +571p.
- Nath, M.; Phukan, U.; Barua, G.1986. Propagation of certain Bamboo species from chemically treated culm cuttings. *Indian Journal of Forestry*. 9(2): 151-156.
- Notario A.1999. Apuntes de metodología de la investigación científica. Documento preparado para la Maestría en Ciencias Forestales. Dpto Forestal. Universidad de Pinar del Río “Hnos Saíz Montes de Oca”, 63p.
- Oliet, P. J. 2001. Aplicaciones de la medida del estado hídrico en el viverismo. Universidad de Córdoba, Dpto. Ingeniería Forestal. España.17 p.

- ONE. 2007. Cuba en cifras.
- Oliver, C.D.; Larson, B.C. 1990. Forest Stand Dynamics. McGraw Hill, Inc., New York, 467 p.
- Orellana, R. y Escanilla. J. A. 1991. Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY. 250 p.
- Oviedo, Ramona y Londoño, X, 2000. Los Bambúes nativos y exóticos en Cuba. Tercer Congreso Mundial del Bambú.
- Pastor, M. J., 1980. Suelos y Agroquímica I. Textura del Suelo. La Habana. p. 48.
- Poore, D., Burgess, P., Palmer, J., Rietbergen, R. & Synnott, T. 1989. No timber without trees- Sustainability in the tropical forest- A study for OIMT. Londres, Earthscan Publications.
- Poore, M. E.D. 1990. Sustainability in the tropical forest. Journal of the Institute of Wood Science, 12(2):103-106.
- Poore, D. & Thang, H.C. 2000. Review of progress towards the year 2000 objective. Report presented at the 28th Session of the ITTC held on 24-30 May 2000, Lima, Perú. ITTC(XXVIII)/9/ Rev.2. Yokohama, Japón, OIMT.
- Prabhu, R., Colfer, C.J.P., Venkateswarlu, P., Lay Cheng Tan, Rinekso Soekmadi and Wollenberg, E. 1996. Testing criteria, and indicators for sustainable management of forests: Phase 1. Final Report. CIFOR Special Publication, Bogor, Indonesia. 217p.
- Prabhu, R., Colfer, C.J.P. and Dudley, R.G. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria, and indicators for sustainable forest management. The criteria, and indicators Toolbox Series No. 1. CIFOR, Bogor, Indonesia. 186p.
- Plank, H. K. 1950. Studies of factors influencing attack and control of the Bamboo powderpost beetle. Bull. 48. Mayaguez, PR: U.S. Department of Agriculture, Federal Experiment Station in Puerto Rico. 39 p.
- Planos E., P. González y J. Huerta .1995. La Hidrología Operativa: Base para el desarrollo de la hidrología aplicada y de los aprovechamientos hidráulicos.

Experiencia cubana. Disponible en:
<http://unesco.org.uy/phi/libros/cuba/tapa/html>. **ORCYT-Unesco.**

(Consultado 15 de Enero, 2006)

- Rahman, M.A. 1988. Perspectives of Bamboo blight in Bangladesh. Indian Forester. 114(10): 726-736.
- Rios, C. A. 2004. The Bamboo collection of the Cienfuegos Botanical Garden and the tropical hurricanes during the last century in Cuba. En: Cane and Bamboo Technology Centre`s Technical Papers II.p 191-268.
- Sáenz, G. y Finegan, B. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Manejo forestal tropical. No. 15. 8 p.
- Sanquetta, R. C.; Watzlawick, L. F.; Arce, J. E. 2001. Ecuaciones de biomasa aérea y subterránea en plantaciones de *Pinus taeda* en el sur del estado de Paraná, Brasil. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales del 18 al 20 de octubre del 2001. Valdivia, Chile. 11 p.
- Sastry, C. 2001. « Manejo y procedimiento industrial de plantaciones de Bambú », Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- Servicio Estatal Forestal (SEF) Guane, Pinar del Río. Dinámica Forestal. 2005. Delegación Territorial del Ministerio de la Agricultura. Pinar del Río, Cuba.
- Shanmughavel, P. ; Francis, K. 1995. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing Bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). Department of Botany, Bharathiar University, India, 9p.
- Sharma, Y.M.L. 1980. Bamboos in the Asia-Pacific region. En: Lessard, Gilles; Chouinard, Amy, eds. Bamboo research in Asia. IDRC-159E. Ottawa, Canada: International Development Research Centre: 99-120.
- Surós, R.E. 2005. Bases teórico metodológicas para determinar las dimensiones de las Unidades de Base. Estudio de caso: Unidad Macurije. Tesis presentada en opción al Grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 93 p.

- Stallings, J.M. 1953. Continuous plant cover the key to soil and water conservation. Washington. D.C., V.S. Department of Agriculture, soil conservation service, BCS-TP No 121.
- Suárez de Castro, F. 1967. Conservación de suelos, segunda edición. La Habana. 50-165p.
- Urquiza, M. 2002. Compendio Manejo Sostenible de los Suelos. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%20Manejo%20Sostenible%20de%20suelos.pdf>. [Consultado 22 de Marzo, 2006].
- USDA (United States Department of Agriculture).2003. National Report on Sustainable Forest”. Forest Service FS-766 February 2004, 152p. [en línea]. <http://www.fs.fed.us/research/sustain/> (Consultado 23 de mayo, 2007).
- Vázquez, E. B. y Torres, S. G. 1995. Fisiología Vegetal I. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 443p.
- White, D. G. 1948. Bamboo culture and utilization in Puerto Rico (Circular 29). Washington. DC:U.S. Department of Agriculture, Federal Experiment Station in Puerto Rico.34p.
- Widjaja, Elizabeth A.1980. Indonesia. In: Lessard, Gilles; Chouinard, Amy, eds. Bamboo research in Asia. IDRC-169e. Ottawa, Canada: International Development Research Centre: 63-68.
- Widmer, I.1990. El Bambú. El chasqui No. 23. Costa Rica. p. 5-42.
- Wolcott, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). The Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
- Wong K. M. 1995. The Bamboos of Peninsular Malaysia, Malayan Forest Records, No 41, 200p.
- WWF and IUCN. 1997. Guidelines for timber plantations – environmental, social and cultural issues relating to commercial afforestation (draft). 73p.
- Young, R. A.; Haun, Joseph R. 1961. Bamboo in the United States: description, culture, and utilization. Agric. Handb. 193. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture.74p.

ANEXOS

Anexo 1. Usos mundiales y en Cuba.

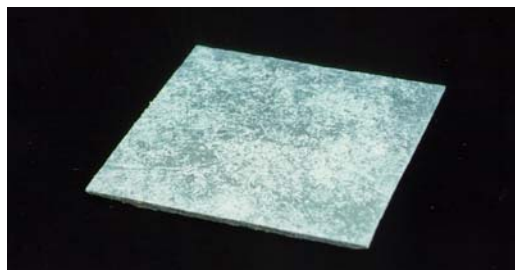


Figura 2. Materiales de construcción.



Figura 3. Cestería.



Figura 4. Fibras.



Figura 5. Objetos artesanos.



Figura 6. Instrumentos musicales.



Figura 7. Medios de Figura transporte.



Figura 8. Medios para la pesca.

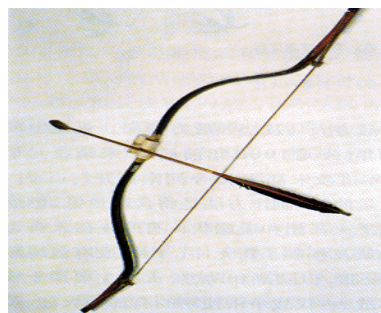


Figura 9. Caza.



Figura 10. Fuente energética.





Figura 11. Monumentos y Edificios.



Figura 12. Puentes Colgantes con cables.



Figura 13. Puentes Colgantes sin cables



Figura 14. Andamios.



En Cuba

Figura 15. Fabricación de tablas.



En Cuba

Figura 15. Fabricación de tablas.



Figura 16. Postes de cerca.





Figura 17. Producción de muebles.



Figura 18. Construcción de viviendas.

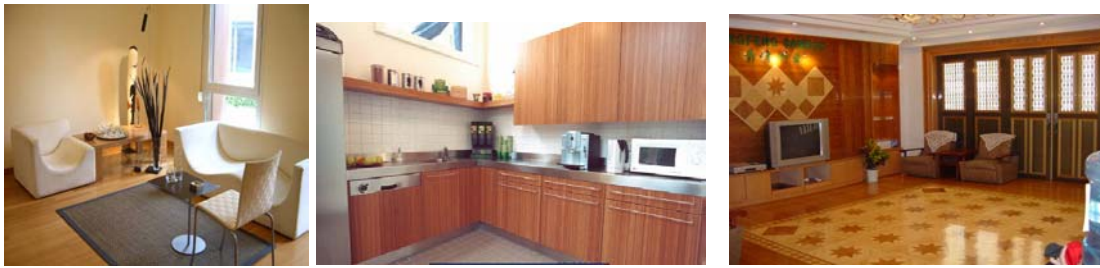


Figura 19. Pisos.



Figura 20. Tejidos.



Figura 21. Estructuras de cemento como armadura de refuerzo.



Figura 22. Producción de papel.



Figura 23. Empleo en la cocina.





Figura 24. Planta ornamental.



Figura 25. Forraje.



Figura 26. Alimento y bebidas.



Figura 27. Evita la erosión.



Figura 28. Embellecer el paisaje.

Anexo 2.

Encuesta

Objetivo: Determinar las principales causas que han provocado deterioro en las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris*.

La especie *Bambusa vulgaris* (bambú) conocida como caña brava, crece preferentemente en cañadas, orillas de ríos, lagunas y arroyos en forma de plantones aislados, y se encuentra representado en toda Cuba. Es una especie de gran importancia por sus múltiples usos y su función como protectora de suelos, y en los últimos tiempos se ha apreciado un considerable deterioro en las plantaciones.

A continuación se listan las principales causas que han incidido en la pérdida de la diversidad biológica y en particular las de mayor relación con la problemática que se presenta. Se desea conocer cuáles de ellas considera usted de mayor incidencia en el deterioro.

Para ello marque con una X la categoría ocupacional que le corresponde y los años de experiencia en la labores con la especie en estudio.

Categoría ocupacional:

Especialista_____ Técnicos_____ Obreros_____

Años de experiencia en las labores con la especie:

Menos de 5 años_____ Entre 6 y 10 años _____ Más de 10 años

Cuestionario

1- Teniendo en cuenta su apreciación ordene las causas de deterioro de las plantaciones de la especie que se presentan a continuación:

Incendios forestales_____

Prácticas de aprovechamiento_____

Talas furtivas_____

Prácticas de silvopastoreo_____

Prácticas de manejo_____

Paso de huracanes_____

Plagas y enfermedades_____

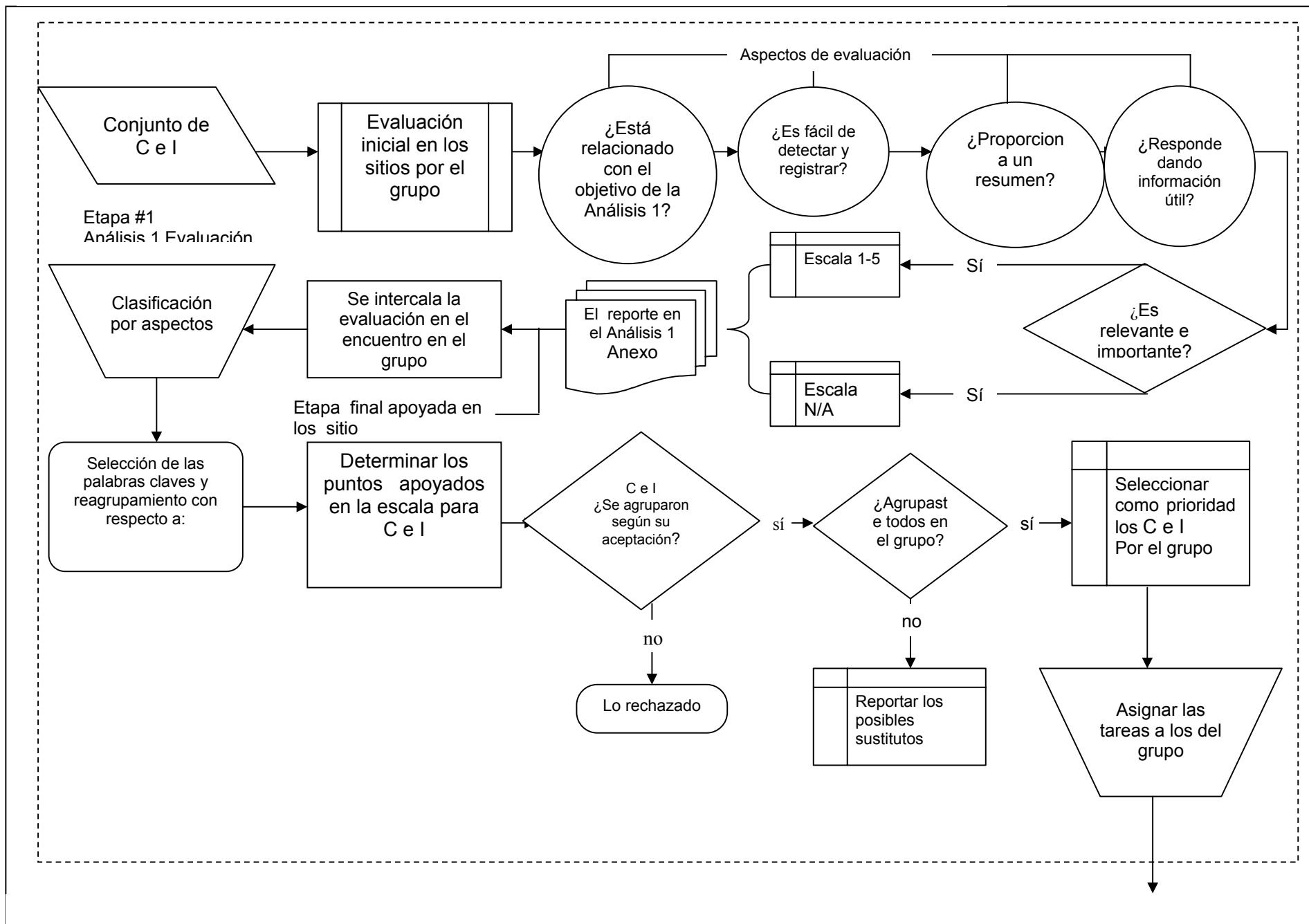
2- Considera importante que se deba realizar algún tratamiento a los plantones postafectación.

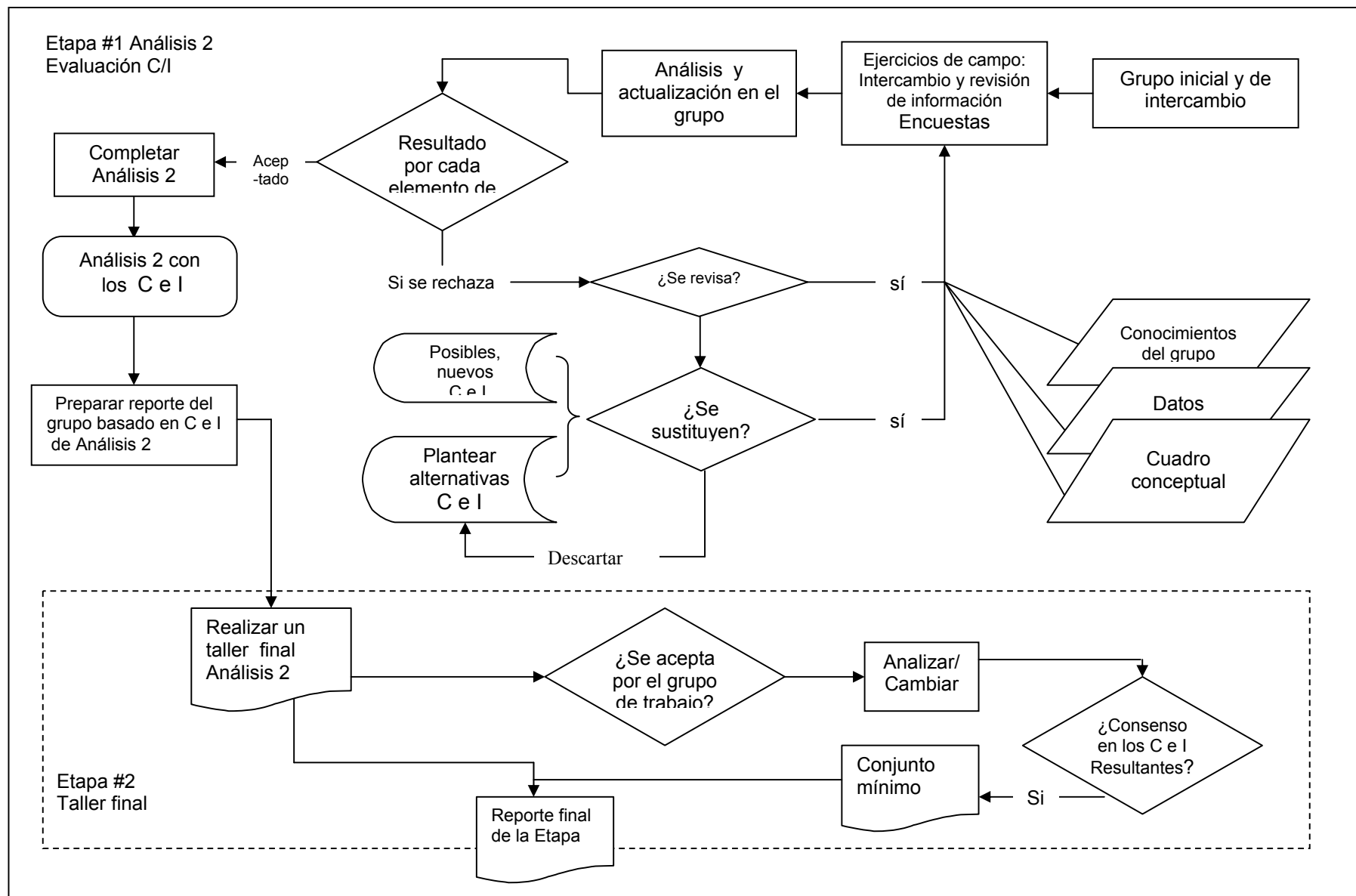
Muy importante_____ Poco importante_____ Nada importante_____

Anexo 3. Resultados del biovolumen medio (m³/ha) representativos en cada sitio y en cada momento 2002 (antes del ciclón) y 2005 (después del ciclón).

SITIOS	MOMENTOS	BIOVOLUMEN (m3/ha)
Los portales	2002(antes del ciclón)	0,11455
Los portales	2002(antes del ciclón)	0,12
Los portales	2002(antes del ciclón)	0,2117
Los portales	2002(antes del ciclón)	0,17389
Los portales	2002(antes del ciclón)	0,13458
Los portales	2005(después del ciclón)	0,00898
Los portales	2005(después del ciclón)	0,06612
Los portales	2005(después del ciclón)	0,08742
Los portales	2005(después del ciclón)	0,01828
Los portales	2005(después del ciclón)	0,01432
Punta la Sierra	2002(antes del ciclón)	0,02288
Punta la Sierra	2002(antes del ciclón)	0,02564
Punta la Sierra	2002(antes del ciclón)	0,02448
Punta la Sierra	2002(antes del ciclón)	0,02098
Punta la Sierra	2002(antes del ciclón)	0,08917
Punta la Sierra	2005(después del ciclón)	0,00911
Punta la Sierra	2005(después del ciclón)	0,01215
Punta la Sierra	2005(después del ciclón)	0,00842
Punta la Sierra	2005(después del ciclón)	0,00842
Punta la Sierra	2005(después del ciclón)	0,01326
La güira	2002(antes del ciclón)	0,02739
La güira	2002(antes del ciclón)	0,0213
La güira	2002(antes del ciclón)	0,01251
La güira	2002(antes del ciclón)	0,03413
La güira	2002(antes del ciclón)	0,01195
La güira	2005(después del ciclón)	0,00593
La güira	2005(después del ciclón)	0,00575
La güira	2005(después del ciclón)	0,00996
La güira	2005(después del ciclón)	0,00949
La güira	2005(después del ciclón)	0,0017

Anexo 4: Proceso de selección del conjunto principal de criterios e indicadores.





Anexo 5. Los criterios e indicadores seleccionados previos al trabajo de campo (Por iniciativa del grupo y fuente de publicación).

Respuesta al análisis 1. Evaluación preliminar de criterios e indicadores.

Explicaciones para los usuarios.

Objetivo del análisis.

El objetivo de la respuesta al análisis es establecer una evaluación preliminar de todos los (C e I) para determinar, apoyado en el mejor juicio profesional, los más importantes de los mismos para evaluar la sostenibilidad, el ecosistema y manejo del mismo. El primer análisis se concentró solamente en la clasificación de los criterios de deficiencias más concretas (lo más visto) y los indicadores. El resultado del primer análisis se analizó con otros miembros del grupo donde se establecieron “prioridades”.

Método: Los (C e I) se evaluaron a nivel de especie. La labor fue evaluar la sostenibilidad comprobando el cumplimiento de dos condiciones:

- 1) El ecosistema se asegura/se mantiene; y
- 2) La satisfacción del ser humano se mantiene o se aumenta (primordialmente la población local).

Se utilizaron 5 preguntas diseñadas con caracteres de criterios e indicadores que orientan a la eliminación de los (C e I) obviamente deficientes.

- 1) ¿Están relacionados con el objetivo de evaluación? = directamente/concretamente/intuitivamente/lógicamente vinculados al criterio o a la sostenibilidad.
- 2) ¿Son viables de detectar, registrar o aclarar? = ¿Fácil de obtener la información, directamente?
- 3) ¿Facilitan una síntesis u obtención de mucha información? = ¿sintetiza/agrupa bastante información, es la información eficaz?

4) ¿La respuesta adecuada establece los cambios en los niveles de estrés? = ¿El indicador continúa dándole información útil y significativa sobre un rango amplio de situaciones?= Si ó No

5) ¿Es significativo y por eso se escoge como prioridad? = ¿Es relevante y adecuado? ¿Resulta logrado? ¿Es valioso para una investigación posterior durante la fase de campo?

Se utilizó una escala de 1 – 5 para responder las 5 preguntas realizadas en el análisis 1 de Respuesta.

Análisis # 1. Evaluación de todos los Criterios e Indicadores.

Escala de 1 = malo, 2 = regular, 3 = satisfactorio, 4 = bueno, 5 = muy bueno.

No. de C e I.	Aspec- to (S, MF, E)	¿Están relacionados con el objetivo de evaluación?	¿Son viables de detectar, registrar o aclarar?	¿Facilitan una síntesis u obtención de mucha información?	¿La respuesta adecuada establece los cambios en los niveles de estrés? Si ó No	¿Es significativo y por eso se escoge como prioridad? Sí = 1 No = 0	Valor en la escala
Principio 1 (P1)	S	Concreta mente	Directamente	agrupa bastante información	Información útil	relevante	5
Criterio 1.1 (C1)	S	concretamente	Directamente	agrupa bastante información	información útil	relevante	5
Indicador 1.1.1 (I1)	S	concretamente	Regular obtención de información	agrupa bastante información	información útil	relevante	4
Verificador 1.1.1.1 (V1)	S	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Indicador 1.1.2 (I2)	S	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Verificador 1.1.2.1 (V2)	S	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Principio 4 (P4)	S	lógicamente	Mala obtención de información	sinetiza	No se obtiene información útil	adecuado	1
Criterio 4.1 (C7)	S	Lógicamente	Mala obtención de información	sinetiza	No se obtiene información útil	adecuado	1
Indicador 4.1.1 (I11)	S	Lógicamente	Mala obtención de información	sinetiza	No se obtiene información útil	adecuado	1
Principio 2 (P2)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Criterio 2.1 (C2)	MF	concretamente	Regular	información	información	relevante	4

Indicador 2.1.1 (I3)	MF	concretamente	obtención de información Regular obtención de información	eficaz información eficaz	útil información útil	relevante	4
Verificador 2.1.1.1 (V3)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Verificador 2.1.1.2 (V4)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Verificador 2.1.1.3 (V5)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Indicador 2.1 (I4)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Verificador 2.1.2.1 (V6)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Verificador 2.1.2.2 (V7)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	situaciones	relevante	3
Criterio 2.3 (C3)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Indicador 2.3.1 (I5)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Verificador 2.3.1.1 (V8)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Verificador 2.3.1.2 (V9)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Verificador 2.3.1.3 (V10)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Criterio 2.4 (C4)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Indicador 2.4.1 (I6)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Verificador 2.4.1.1 (V11)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Criterio 2.5 (C5)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Indicador 2.5.1 (I7)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Verificador 2.5.1.1 (V12)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Indicador 2.5.2 (I8)	MF	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Verificador 2.5.2.1 (V13)	MF	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	situaciones	relevante	3
Principio 3 (P3)	E	Concreta-mente	Regular obtención de información	información eficaz	situaciones	relevante	3
Criterio 3.1 (C6)	E	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4

Indicador 3.1.1 (I9)	E	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Verificador 3.1.1.1 (V14)	E	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Verificador 3.1.1.2 (V15)	E	concretamente	Regular obtención de información	información eficaz	información útil	relevante	4
Verificador 3.1.2.3 (V16)	E	concretamente	Regular obtención de información	sintetiza	información útil	relevante	4
Indicador 3.1.2 (I10)	E	lógicamente	Mala obtención de información	sintetiza	No se obtiene información útil	adecuado	1

Leyenda: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico.

Relación de Criterios e Indicadores por PIG y FP.

Principio 1 (P1)	La satisfacción del ser humano aumenta.(S) (PIG)
Criterio 1.1 (C1)	La responsabilidad de los administradores forestales principales está bien definida. (S) (PIG)
Indicador 1.1.1 (I1)	Los salarios acorde con las normas y regulaciones del gobierno. (S) (PIG)
Verificador 1.1.1.1(V1)	El salario medio mensual por trabajador. (S) (PIG)
Indicador 1.1.2 (I2)	Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.(S)(PIG)
Verificador 1.1.2.1(V2)	Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo. (S) (PIG)
Principio 2 (P2)	El manejo forestal para la especie se asegura. (MF) (PIG)
Criterio 2.1 (C2)	El manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definida. (MF) (PIG)
Indicador 2.1.1 (I3)	Superficie y porcentaje de áreas afectados por incendios forestales. (MF) (PIG)
Verificador 2.1.1.1 (V3)	Número de incendios, en unidades

	(Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.1.2 (V4)	Superficie recorrida por incendios, en ha (SRT) (Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.1.3 (V5)	Superficie afectada total (SAT) por incendios, en ha (Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador 2.1 (I4)	Superficie y porcentaje de área para la especie afectada por diferentes causas. (MF) (PIG)
Verificador 2.1.2.1 (V6)	Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.2.2 (V7)	Causas naturales ejemplo: Vientos huracanados. (MF) (PIG)
Criterio 2.3 (C3)	Superficie y porcentaje de áreas para la especie que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definidas. (MF) (PIG)
Indicador 2.3.1 (I5)	Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF)
Verificador 2.3.1.1 (V8)	Limpias (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.3.1.2 (V9)	Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo. (MF) (PIG)
Verificador 2.3.1.3 (V10)	Enriquecimiento y fomento de plantaciones de la especie. (MF) (PIG)
Criterio 2.4 (C4)	Control de actividades de la plantación para asegurar la coherencia con el plan de manejo para la especie. (MF) (PIG)
Indicador 2.4.1 (I6)	Implementación de la tala (de existir alguna) coherente con el programa planificado. (MF) (PIG)
Verificador 2.4.1.1 (V11)	Talas ilegales de la especie. (MF) (PIG)

Criterio 2.5 (C5)	Cobertura Forestal (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador 2.5.1 (I7)	Total de área cubierta por la especie, (TAC por la especie en ha) (Herrero, 2005) (MF) (FP)
Verificador 2.5.1.1 (V12)	Superficie ocupada por la especie. (MF) (PIG)
Indicador 2.5.2 (I8)	Fomento de plantaciones (PIG)
Verificador 2.5.2.1 (V13)	Superficie plantada (PIG)
Principio 3 (P3)	La regeneración y el ecosistema se mantiene. (E) (PIG)
Criterio 3.1 (C6)	Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida. (E) (PIG)
Indicador 3.1.1 (I9)	Protector de las aguas y suelos. (E) (PIG)
Verificador 3.1.1.1 (V14)	Análisis granulométrico del suelo.(E)(PIG)
Verificador 3.1.1.2 (V15)	Aspectos de autoecología de la especie.(E) (PIG)
Verificador 3.1.2.3 (V16)	Evaluación de la regeneración natural.(E) (PIG)
Indicador 3.1.2 (I10)	Los fertilizantes y las necesidades químicas son juiciosamente evaluados. (E) (FP)
Principio 4 (P4)	Seguridad de la tenencia de la tierra. (S) (FP)
Criterio 4.1 (C7)	Los derechos a la tenencia y uso de la tierra por parte de los inversionistas están asegurados. (S) (FP)
Indicador 4.1.1 (I11)	Las tenencias están bien definidas y establecidas. (S)

Leyenda: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico, PIG- Por iniciativa del grupo FP- Fuente de publicación

Anexo 6: Relación del conjunto base de criterios e indicadores seleccionados por el grupo por iniciativa del mismo y por fuente de publicación en la etapa 1.

C e I por iniciativa del grupo y fuente de publicación	
Principio 1 (P1)	La satisfacción del ser humano aumenta.(S) (PIG)
Criterio 1.1 (C1)	La responsabilidad de los administradores forestales principales está bien definida. (S) (PIG)
Indicador 1.1.1 (I1)	Los salarios acorde con las normas y regulaciones del gobierno. (S) (PIG)
Indicador 1.1.2 (I2)	Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.(S)(PIG)
Verificador1.1.1.1(V1)	El salario medio mensual por trabajadores.(S)(PIG)
Verificador1.1.2.1(V2)	Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo. (S)(PIG)
Principio 2 (P2)	El manejo forestal para la especie se asegura. (MF) (PIG)
Criterio 2.1 (C2)	El manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definida. (MF) (PIG)
Indicador 2.1.1 (I3)	Superficie y porcentaje de áreas afectados por incendios forestales. (MF) (PIG)
Verificador 2.1.1.1 (V3)	Número de incendios, en unidades (Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.1.2 (V4)	Superficie recorrida por incendios, en ha (SRT) (Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.1.3 (V5)	Superficie afectada total (SAT) por incendios, en ha (Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador 2.1 (I4)	Superficie y porcentaje de área para la especie afectada por diferentes causas. (MF) (PIG)

Verificador 2.1.2.1 (V6)	Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.1.2.2 (V7)	Causas naturales ejemplo: Vientos huracanados. (MF) (PIG)
Criterio 2.3 (C3)	Superficie y porcentaje de áreas para la especie que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definidas. (MF) (PIG)
Indicador 2.3.1 (I5)	Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF)
Verificador 2.3.1.1 (V8)	Limpias (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador 2.3.1.2 (V9)	Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo. (MF) (PIG)
Verificador 2.3.1.3 (V10)	Enriquecimiento y fomento de plantaciones de la especie. (MF) (PIG)
Criterio 2.4 (C4)	Control de actividades de la plantación para asegurar la coherencia con el plan de manejo para la especie. (MF) (PIG)
Indicador 2.4.1 (I6)	Implementación de la tala (de existir alguna) coherente con el programa planificado. (MF) (PIG)
Verificador 2.4.1.1 (V11)	Talas ilegales de la especie. (MF) (PIG)
Criterio 2.5 (C5)	Cobertura Forestal (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador 2.5.1 (I7)	Total de área cubierta por la especie, (TAC por la especie en ha) (Herrero, 2005) (MF) (FP)
Verificador 2.5.1.1 (V12)	Superficie ocupada por la especie. (MF) (PIG)
Indicador 2.5.2 (I8)	Fomento de plantaciones. (MF) (PIG)
Verificador 2.5.2.1 (V13)	Superficie plantada. (MF) (PIG)

Principio 3 (P3)	La regeneración y el ecosistema se mantiene. (E) (PIG)
Criterio 3.1 (C6)	Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida. (E) (PIG)
Indicador 3.1.1 (I9)	Protector de las aguas y suelos. (E) (PIG)
Verificador 3.1.1.1 (V14)	Análisis granulométrico del suelo.(E)(PIG)
Verificador 3.1.1.2 (V15)	Aspectos de autoecología de la especie.(E) (PIG)
Verificador 3.1.2.3 (V16)	Evaluación de la regeneración natural.(E) (PIG)
Indicador 3.1.2 (I10)	Los fertilizantes y las necesidades químicas son juiciosamente evaluados. (E) (FP)
Principio 4 (P4)	Seguridad de la tenencia de la tierra. (S) (FP)
Criterio 4.1 (C7)	Los derechos a la tenencia y uso de la tierra por parte de los inversionistas están asegurados. (S) (FP)
Indicador 4.1.1 (I11)	Las tenencias están bien definidas y establecidas. (S)

Leyenda: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico, PIG- Por iniciativa del grupo FP- Fuente de publicación

Anexo 7. Análisis 2. Criterio de prueba

Análisis 2: Respuesta de campo.

Grupo No. 1

Fuente:

Estado del documento:

Número de identificación Inicial (como se reportó en el listado):

Número de identificación Final (como se reportó en el listado):

Aspecto: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico.

Recomendación después de la prueba de campo para su aplicación: Si No

a. Principio o criterio, indicador o verificador seleccionado:

b. Justificación de la selección para el criterio e indicadores inicial:

✚ Se utilizaron 8 preguntas diseñadas con caracteres de criterios e indicadores

Se utilizó una escala de 1 – 5 para responder, donde la escala de: 1 = no, 2 = sí, 3 = bueno, 4 = muy bueno, 5 = importante.

¿Facilita un resumen?

¿Están relacionados con el objetivo de evaluación?

¿Es fácil de detectar e interpretar?

¿Viable?

¿Esencialmente definido?

¿Producirá resultados que lleven al estrés?

¿Es relevante este criterio o indicador?

¿Diagnósticamente específico?

¿Apela a los usuarios?

Otros:

Proporcionar referencias bibliográficas (de existir alguna):

- c. Selección para los criterios e indicadores finales (Por medio de la comparación entre respuestas de cada pregunta, se evalúa si la versión final es demostrativamente mejor que la versión inicial). (Establecerlo sí toma valores en la escala a partir de 2).

Notas de la reunión (sólo para uso de oficina)

¿La reunión aceptó este criterio/indicador sin cambios? ¿Por qué?

¿Fueron requeridas revisiones?

¿O fueron rechazados este criterio o indicadores como inadecuados?

Anexo 8. Escala de evaluación para los Ce I por iniciativa del grupo.

Particularidades para el indicador o verificador	Valor	Prácticas a efectuar para las afectaciones
Cuando el indicador es relevante para la escala de evaluación	5 (muy bueno)	Incrementar y desarrollar más el trabajo
Cuando el indicador no se excede para la escala de evaluación	4 (bueno)	Mejorar el trabajo
Cuando el indicador cumple para la escala de evaluación	3 (satisfactorio)	Complementar con acciones en el trabajo
Cuando el indicador se acerca a la solución para la escala de evaluación	2 (regular)	1 De Desarrollar el trabajo
Cuando el indicador no llega a la solución para la escala de evaluación	1 (malo)	Investigar y dilucidar el problema existente y acotar las acciones para resolver el mismo.
Cuando el indicador no se aplica a la especie	N/A	

Anexo 9. Relación del conjunto base de criterios e indicadores seleccionados por el grupo para los sitios.

Sitio 1 “Consejo Popular Los Portales”.

ASPECTO SOCIOECONOMICO.

Principio 1 (P1) La satisfacción del ser humano aumenta.

Criterio1.1 (C1) La responsabilidad de los administradores forestales principales está bien definida.

Indicador 1.1.2 (I2) Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.

Verificador 1.1.2.2 (V1) El salario medio mensual por trabajador.

Escala de evaluación

Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 90%.	5
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 80%.	4
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 70%.	3
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 50%.	2
Si los salarios acorde con las normas y regulaciones del gobierno no mejoran.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 1.1.2.1 (V2) Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo.

Escala de evaluación

Si no ocurrieron accidentes durante el año en el trabajo	5
Si ocurrió un accidente en el trabajo	4
Si ocurrieron dos accidentes en el trabajo	3
Si ocurrieron tres accidentes en el trabajo	2
Si ocurrieron más de tres en el trabajo	1

No se aplica.	N/A
Si no hay ninguna muerte en el trabajo	5
Si hay alguna muerte en el trabajo	1
No se aplica.	N/A

ASPECTO DE MANEJO FORESTAL

Principio 2 (P2) El manejo forestal para la especie se asegura.

Criterio 2.1 (C2) El manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definida.

Indicador 2.1.2 (I4) Superficie y porcentaje del área para la especie afectada por diferentes causas.

Verificadores 2.1.2.1 (V6) Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005).

Fuente: Inventario por especialistas, proyectos de ordenación forestal u otros informes.

Escala de evaluación

No afectación de la superficie por plagas y enfermedades	5
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de plántones afectados por plagas y enfermedades entre 2 y 15%.	4
Afectación de la superficie y no hay porcentaje de afectaciones visibles para los plántones por plagas y enfermedades entre 16 y 34%.	3
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones entre 35 y 49% por plagas y enfermedades	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de más del 50% por plagas y enfermedades	1
No se aplica.	N/A

Verificador 2.1.2.2 (V7) Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.

Escala de evaluación

No afectación de la superficie por causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	5
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de pláctones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 2 y 15%.	4
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de pláctones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 16 y 29%.	3
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de pláctones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 30 y 49%.	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los pláctones es de más de un 50% por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.3 (C3) Superficie y porcentaje de áreas para la especie que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definido.

Indicador 2.3.1 (I5) Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005).

Verificador 2.3.1.2 (V9) Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo.

Escala de evaluación

Si lo ejecutado en el año es superior al 90% de la necesidad anual.	5
Si está entre el 70 y el 90 %.	4
Si está entre el 50 y el 69 %.	3
Si está entre el 35 y el 49 %.	2
Si está por debajo del 34%.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.4 (C4) Control y evaluación de las actividades de la plantación para asegurar, la coherencia con el plan de manejo para la especie.

Indicador 2.4.1 (I6) Implementación de la tala (de existir alguna) coherente con el programa planificado.

Verificador 2.4.1.1(V11) Talas ilegales de la especie.

Escala de evaluación

Si existen talas ilegales de la especie.	5
Si no existen talas ilegales de la especie	4
Si no han efectuado talas ilegales de la especie	N/A

Fuente: *Dinámica forestal y actas de incendios.*

Criterio 2.5 (C5) Cobertura Forestal (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005).

Indicador 2.5.1 (I7) Total de área cubierta por la especie, (TAC por la especie en ha).

$TAC(ha) = \sum BN + P$, donde (Herrero, 2005): BN de la especie, superficie de bosques naturalizados de la especie, (en ha) y P de la especie, superficie de plantaciones establecidas (en ha)

Fuente: *Dinámica forestal y Proyectos de Ordenación Forestal*

Verificador 2.5.1.1 (V12) Superficie ocupada por la especie.

Escala de evaluación

Si el 100% de la superficie ocupada por la especie.	5
Si entre el 90 y 99% de la superficie ocupada por la especie.	4
Si entre el 66 y 89% de la superficie ocupada por la especie.	3
Si la superficie ocupada por la especie disminuye entre 45 y 65%.	2
Si la superficie ocupada por la especie es menor del 45%.	1
No aplicable	N/A

ASPECTO ECOLOGIA.

Principio 3 (P3) La regeneración y el ecosistema se mantiene.

Criterio 3.1 (C6) Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida de los plantones de la especie.

Indicador 3.1.1(I9) Protector de las aguas y suelos.

Escala de evaluación

Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones no es significativa.	5
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 2%.	4
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 5%.	3
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 10%.	2
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es mayor del 10%.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 3.1.1.1 (V14) Análisis granulométrico del suelo.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	5
No se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	1
No se aplican	N/A

Verificador 3.1.1.2 (V15) Aspectos de autoecología de la especie.

- Fotosíntesis.
- Potencial Hídrico.
- Transpiración cuticular.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	5
No se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	1
No se aplican	N/A

Escala de evaluación

Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra a partir 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aún se mantiene el proceso fotosintético.	5
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 16.31 y 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis se mantienen aumentando.	4
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 12.4 y 16.31 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aumento de las tasas de fotosíntesis.	3
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 3.62 y 12.4 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis están aumentando.	2
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis es menor de 3.62 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis son menores.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran entre -2 hasta -8 bar está en el rango optimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	5
Sí el valor medio del potencial hídrico son mayores de -4 bar son resultados que no indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	4
Sí el valor medio del potencial hídrico al mediodía se encuentran entre -1.77 hasta -2.7 son considerados potenciales hídricos altos.	3
Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran inferior de -2 y superior -8 bar no está en el rango óptimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	2
Sí el valor medio del potencial hídrico alto es menor de -4 bar son resultados que indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio de transpiración cuticular es 4.8 g/pf/horas los resultados son altos.	5
Sí el valor medio de transpiración cuticular es 3.6 g/pf/horas los resultados son medios.	4
Sí el valor medio de transpiración cuticular es menor de 2,7 g/pf/horas los resultados son bajos.	1
No se aplica.	N/A

Anexo 9. (Continuación)

Sitio 2 “Consejo Popular Punta de la Sierra”.

ASPECTO SOCIOECONOMICO.

Principio 1 (P1) La satisfacción del ser humano aumenta.

Criterio1.1 (C1) La responsabilidad de los administradores forestales principales está bien definida.

Indicador 1.1.2 (I2) Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.

Verificador 1.1.2.2 (V1) El salario medio mensual por trabajador.

Escala de evaluación

Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 90%.	5
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 80%.	4
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 70%.	3
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 50%.	2
Si los salarios acorde con las normas y regulaciones del gobierno no mejoran.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 1.1.2.1 (V2) Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo.

Escala de evaluación

Si no ocurrieron accidentes durante el año en el trabajo	5
Si ocurrió un accidente en el trabajo	4
Si ocurrieron dos accidentes en el trabajo	3
Si ocurrieron tres accidentes en el trabajo	2
Si ocurrieron más de tres en el trabajo	1
No se aplica.	N/A

Si no hay ninguna muerte en el trabajo	5
Si hay alguna muerte en el trabajo	1
No se aplica.	N/A

ASPECTO DE MANEJO FORESTAL

Principio 2 (P2) El manejo forestal para la especie se asegura.

Criterio 2.1 (C2) El manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definida.

Indicador 2.1.2 (I4) Superficie y porcentaje del área para la especie afectada por diferentes causas.

Verificadores 2.1.2.1 (V6) Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). *Fuente: Inventario por especialistas, proyectos de ordenación forestal u otros informes.*

Escala de evaluación

No afectación de la superficie por plagas y enfermedades	5
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de plántones afectados por plagas y enfermedades entre 2 y 15%.	4
Afectación de la superficie y no hay porcentaje de afectaciones visibles para los plántones por plagas y enfermedades entre 16 y 34%.	3
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones entre 35 y 49% por plagas y enfermedades	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de más del 50% por plagas y enfermedades	1
No se aplica.	N/A

Verificador 2.1.2.2 (V7) Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.

Escala de evaluación

No afectación de la superficie por causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	5
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de plantones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 2 y 15%.	4
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de plantones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 16 y 29%.	3
Afectación de la superficie y porcentaje mínimo de plantones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados entre 30 y 49%.	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plantones es de más de un 50% por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.3 (C3) Superficie y porcentaje de áreas para la especie que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definido.

Indicador 2.3.1 (I5) Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005).

Verificador 2.3.1.2 (V9) Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo.

Escala de evaluación

Si lo ejecutado en el año es superior al 90% de la necesidad anual.	5
Si está entre el 70 y el 90 %.	4
Si está entre el 50 y el 69 %.	3
Si está entre el 35 y el 49 %.	2
Si está por debajo del 34%.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.4 (C4) Control y evaluación de las actividades de la plantación para asegurar, la coherencia con el plan de manejo para la especie.

Indicador 2.4.1 (I6) Implementación de la tala (de existir alguna) coherente con el programa planificado.

Verificador 2.4.1.1(V11) Talas ilegales de la especie.

Escala de evaluación

Si existen talas ilegales de la especie.	5
Si no existen talas ilegales de la especie	4
Si no han efectuado talas ilegales de la especie	N/A

Fuente: Dinámica forestal y actas de incendios.

ASPECTO ECOLOGIA.

Principio 3 (P3) La regeneración y el ecosistema se mantiene.

Criterio 3.1 (C6) Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida de los plantones de la especie.

Indicador 3.1.1(I9) Protector de las aguas y suelos.

Escala de evaluación

Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones no es significativa.	5
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 2%.	4
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 5%.	3
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 10%.	2
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es mayor del 10%.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 3.1.1.1 (V14) Análisis granulométrico del suelo.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	5
No se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	1
No se aplican	N/A

Verificador 3.1.1.2 (V15) Aspectos de autoecología de la especie.

- Fotosíntesis.
- Potencial Hídrico.
- Transpiración cuticular.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	5
No se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	1
No se aplican	N/A

Escala de evaluación

Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra a partir 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aún se mantiene el proceso fotosintético.	5
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 16.31 y 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis se mantienen aumentando.	4
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 12.4 y 16.31 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aumento de las tasas de fotosíntesis.	3
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 3.62 y 12.4 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis están aumentando.	2
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis es menor de 3.62 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis son menores.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran entre -2 hasta -8 bar está en el rango optimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	5
Sí el valor medio del potencial hídrico son mayores de -4 bar son resultados que no indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	4
Sí el valor medio del potencial hídrico al mediodía se encuentran entre -1.77 hasta -2.7 son considerados potenciales hídricos altos.	3
Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran inferior de -2 y superior -8 bar no está en el rango óptimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	2
Sí el valor medio del potencial hídrico alto es menor de -4 bar son resultados que indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio de transpiración cuticular es 4.8 g/pf/horas los resultados son altos.	5
Sí el valor medio de transpiración cuticular es 3.6 g/pf/horas los resultados son medios.	4
Sí el valor medio de transpiración cuticular es menor de 2,7 g/pf/horas los resultados son bajos.	1
No se aplica.	N/A

Anexo 9. (Continuación)

Sitio 3 “Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira”.

ASPECTO SOCIOECONOMICO.

Principio 1 (P1) La satisfacción del ser humano aumenta.

Criterio1.1 (C1) La responsabilidad de los administradores forestales principales está bien definida.

Indicador 1.1.2 (I2) Se tienen en cuenta normas para conocer el nivel de protección de los trabajadores.

Verificador 1.1.2.2 (V1) El salario medio mensual por trabajador.

Escala de evaluación

Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 90%.	5
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 80%.	4
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 70%.	3
Si los salarios están acorde con las normas y regulaciones del gobierno y mejoran en un 50%.	2
Si los salarios acorde con las normas y regulaciones del gobierno no mejoran.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 1.1.2.1 (V2) Ocurrencia de accidentes y muertes en el trabajo.

Escala de evaluación

Si no ocurrieron accidentes durante el año en el trabajo	5
Si ocurrió un accidente en el trabajo	4
Si ocurrieron dos accidentes en el trabajo	3
Si ocurrieron tres accidentes en el trabajo	2
Si ocurrieron más de tres en el trabajo	1
No se aplica.	N/A

Si no hay ninguna muerte en el trabajo	5
Si hay alguna muerte en el trabajo	1
No se aplica.	N/A

ASPECTO DE MANEJO FORESTAL

Principio 2 (P2) El manejo forestal para la especie se asegura.

Criterio 2.1 (C2) El manejo forestal orientado hacia la conservación y sanidad de la especie bien definida.

Indicador 2.1.2 (I4) Superficie y porcentaje se área para la especie afectada por diferentes causas.

Verificadores 2.1.2.1 (V6) Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005). *Fuente: Inventario por especialistas, proyectos de ordenación forestal u otros informes.*

Escala de evaluación

No afectación de la superficie y porcentaje por plagas y enfermedades	5
No afectación de la superficie y existió porcentaje mínimo de plántones afectados por plagas y enfermedades	4
No afectación de la superficie y no hay porcentaje de afectaciones visibles para los plántones por plagas y enfermedades	3
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de un 35% por plagas y enfermedades	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de más de un 50% por plagas y enfermedades	1
No se aplica.	N/A

Verificador 2.1.2.2 (V7) Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.

Escala de evaluación

No afectación de la superficie y porcentaje por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	5
No afectación de la superficie y existió porcentaje mínimo de plántones afectados por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	4
No afectación de la superficie y no hay porcentaje de afectaciones visibles para los plántones por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	3
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de un 30% por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	2
Afectación de la superficie y el porcentaje de los plántones es de más de un 50% por Causas naturales ejemplo: vientos huracanados.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.3 (C3) Superficie y porcentaje de áreas para la especie que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definido.

Indicador 2.3.1 (I5) Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999; Castañeda, 2003; Herrero, 2005).

Verificador 2.3.1.2 (V9) Aclareos en los tallos de la especie desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo.

Escala de evaluación

Si lo ejecutado en el año es superior al 90% de la necesidad anual.	5
Si está entre el 70 y el 90 %.	4
Si está entre el 50 y el 69 %.	3
Si está entre el 35 y el 49 %.	2
Si está por debajo del 34%.	1
No se aplica.	N/A

Criterio 2.4 (C4) Control y evaluación de las actividades de la plantación para asegurar, la coherencia con el plan de manejo para la especie.

ASPECTO ECOLOGIA.

Principio 3 (P3) La regeneración y el ecosistema se mantiene.

Criterio 3.1 (C6) Mantenimiento del ecosistema como medio de mantener la vida de los plantones de la especie.

Indicador 3.1.1(I9) Protector de las aguas y suelos.

Escala de evaluación

Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones no es significativa.	5
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 2%.	4
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 5%.	3
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es del 10%.	2
Si la erosión del suelo en áreas cubiertas por plantones es mayor del 10%.	1
No se aplica.	N/A

Verificador 3.1.1.1 (V14) Análisis granulométrico del suelo.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	5
No se ejecutan los análisis granulométricos a los suelos	1
No se aplican	N/A

Verificador 3.1.1.2 (V15) Aspectos de autoecología de la especie.

- Fotosíntesis.
- Potencial Hídrico.
- Transpiración cuticular.

Escala de evaluación

Se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	5
No se ejecutan los análisis de fotosíntesis, potencial hídrico y transpiración cuticular.	1
No se aplican	N/A

Escala de evaluación

Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra a partir 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aún se mantiene el proceso fotosintético.	5
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 16.31 y 18.51 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis se mantienen aumentando.	4
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 12.4 y 16.31 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ aumento de las tasas de fotosíntesis.	3
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis se encuentra entre 3.62 y 12.4 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis están aumentando.	2
Sí el comportamiento medio de evolución diaria de la fotosíntesis es menor de 3.62 $\mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{seg}$ las tasas de fotosíntesis son menores.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran entre -2 hasta -8 bar está en el rango optimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	5
Sí el valor medio del potencial hídrico son mayores de -4 bar son resultados que no indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	4
Sí el valor medio del potencial hídrico al mediodía se encuentran entre -1.77 hasta -2.7 son considerados potenciales hídricos altos.	3
Sí el valor medio del potencial hídrico alto se encuentran inferior de -2 y superior -8 bar no está en el rango óptimo para plantas que crecen en suelos de buena humedad.	2
Sí el valor medio del potencial hídrico alto es menor de -4 bar son resultados que indican situaciones de estrés hídrico en la planta.	1
No se aplica.	N/A

Escala de evaluación

Sí el valor medio de transpiración cuticular es 4.8 g/pf/horas los resultados son altos.	5
Sí el valor medio de transpiración cuticular es 3.6 g/pf/horas los resultados son medios.	4
Sí el valor medio de transpiración cuticular es menor de 2,7 g/pf/horas los resultados son bajos.	1
No se aplica.	N/A

Anexo 10.**CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN DE LOS EXPERTOS.
PRIMERA CIRCULACIÓN****OBJETIVO:**

Valorar la información obtenida de la prueba de campo realizada al conjunto principal de criterios e indicadores que comprende los aspectos socioeconómico, ecológico y manejo forestal.

Nombre y apellidos: _____

Categoría científica: Master _____ Doctor _____ Especialista _____

Años de experiencia vinculado a la labor forestal: _____

Compañero (a):

Para llegar a un consenso de identificación y selección del conjunto principal de criterios e indicadores a nivel de la *Bambusa vulgaris* con objetivo protector es necesario la utilización del método de consulta a expertos, es primordial su ayuda, pues los criterios que usted emita, serán muy importante para la toma de decisiones en dicho proceso.

Para determinar el conocimiento sobre este tema de estudio se necesita que usted responda de la forma más objetiva posible.

- 1- Marque con una (x), en la casilla que le corresponde a la noción que usted posee sobre el tema de criterios e indicadores y conocimiento sobre la *Bambusa vulgaris*, evaluándolo en una escala del 1 al 10. La escala es ascendente, por lo que la noción sobre el tema crece de 1 a 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- Diga la repercusión que ha tenido la identificación de este conjunto de C e I para su desarrollo profesional.

Fuente de argumentación	Repercusión que ha tenido el conjunto de C e I en su vida profesional		
	A (alto)	M(medio)	B (bajo)
Interpretación realizada por usted.			
Beneficios prácticos adquiridos.			
Preparación en estudios nacionales en el tema.			
Preparación en estudios internacionales en el tema.			
Criterio sobre el tema.			
Su visión del tema			

3- En el proceso se realiza el consenso después del trabajo de campo donde se tiene un conjunto principal de C e I. Es viable que usted exprese su valoración en cuanto a este tema y para ello debe conceder un grado de importancia a los C e I.

Los C e I se presentan en una tabla. Solo deberá marcar en una celda su valoración teniendo en cuenta el grado de importancia de cada uno de ellos, atendiendo la evaluación que le merecen los mismos según las siguientes categorías.

V1- Muy útil para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

V2- Útil para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

V3- Poco importante para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

V4- No aceptado para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

	C e l	V1	V2	V3	V4
Principio 1	La satisfacción del ser humano aumenta.				
(P1)	(S) (PIG)				
Criterio	La responsabilidad de los administradores				
1.1 (C1)	forestales principales está bien definida. (S) (PIG)				
Indicador	Los salarios acorde con las normas y				
1.1.1 (I1)	regulaciones del gobierno. (S) (PIG)				
Indicador	Se tienen en cuenta normas para				
1.1.2 (I2)	conocer el nivel de protección de los				
	trabajadores.(S)(PIG)				
Verificador	El salario medio mensual por trabajadores.				
1.1.1.1(V1)	(S)(PIG)				
Verificador	Ocurrencia de accidentes y muertes en				
1.1.2.1(V2)	el trabajo. (S) (PIG)				
Principio 2	El manejo forestal para la especie se				
(P2)	asegura. (MF) (PIG)				
Criterio	El manejo forestal orientado hacia la				
2.1 (C2)	conservación y sanidad de la especie bien				
	definida. (MF) (PIG)				
Indicador	Superficie y porcentaje de áreas afectados por				
2.1.1 (I3)	incendios forestales. (MF) (PIG)				
Verificador	Número de incendios, en unidades				
2.1.1.1 (V3)	(Herrero, 2005). (MF) (FP)				
Verificador	Superficie recorrida por incendios, en				
2.1.1.2 (V4)	ha (SRT) (Herrero, 2005). (MF) (FP)				
Verificador	Superficie afectada total (SAT) por				
2.1.1.3 (V5)	incendios, en ha (Herrero, 2005). (MF) (FP)				
Indicador	Superficie y porcentaje de área para la especie				
2.1 (I4)	afectada por diferentes causas. (MF) (PIG)				

Verificador	Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999;
2.1.2.1 (V6)	Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador	Causas naturales ejemplo: Vientos
2.1.2.2 (V7)	huracanados. (MF) (PIG)
Criterio	Superficie y porcentaje de áreas para la especie
2.3 (C3)	que necesitan tratamiento y fomento de plantaciones bien definidas. (MF) (PIG)
Indicador	Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999;
2.3.1 (I5)	Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF)
Verificador	Aclareos en los tallos de la especie
2.3.1.2 (V9)	desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo. (MF) (PIG)
Verificador	Enriquecimiento y fomento de plantaciones
2.3.1.3 (V10)	de la especie. (MF) (PIG)
Criterio	Control de actividades de la plantación para
2.4 (C4)	asegurar la coherencia con el plan de manejo para la especie. (MF) (PIG)
Indicador	Implementación de la tala (de existir alguna)
2.4.1 (I6)	coherente con el programa planificado. (MF) (PIG)
Verificador	Talas ilegales de la especie. (MF) (PIG)
2.4.1.1 (V11)	
Criterio	Cobertura Forestal (CIFOR, 1999; Castañeda,
2.5 (C5)	2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador	Total de área cubierta por la especie,
2.5.1 (I7)	(TAC por la especie en ha) (Herrero, 2005) (MF) (FP)
Verificador	Superficie ocupada por la especie. (MF) (PIG)
2.5.1.1 (V12)	

Indicador	Fomento de plantaciones. (MF) (PIG)
2.5.2 (I8)	
Verificador	Superficie plantada. (MF) (PIG)
2.5.2.1 (V13)	
Principio	La regeneración y el ecosistema se
3 (P3)	mantiene. (E) (PIG)
Criterio	Mantenimiento del ecosistema como medio de
3.1 (C6)	mantener la vida. (E) (PIG)
Indicador	Protector de las aguas y suelos. (E) (PIG)
3.1.1 (I9)	
Verificador	Análisis granulométrico del suelo.(E)(PIG)
3.1.1.1 (V14)	
Verificador	Aspectos de autoecología de la especie.(E) (PIG)
3.1.1.2 (V15)	
Verificador	Evaluación de la regeneración natural.(E) (PIG)
3.1.2.3 (V16)	
Indicador	Los fertilizantes y las necesidades químicas son
3.1.2 (I10)	juiciosamente evaluados. (E) (FP)
Principio 4	Seguridad de la tenencia de la tierra. (S) (FP)
(P4)	
Criterio	Los derechos a la tenencia y uso de la tierra por
4.1 (C7)	parte de los inversionistas están asegurados.
	(S) (FP)
Indicador	Las tenencias están bien definidas y establecidas
4.1.1 (I11)	

Leyenda: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico, PIG- Por iniciativa del grupo FP- Fuente de publicación

Anexo 11.

**CUESTIONARIO PARA EL GRUPO DE EXPERTOS.
SEGUNDA CIRCULACIÓN**

OBJETIVO:

Valorar la propuesta de criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible de *Bambusa vulgaris* en el contexto socioeconómico, ecológico y de manejo forestal aplicables a los tres sitios de estudios.

Nombre y apellidos: _____

Compañero (a):

Los resultados obtenidos con sus criterios en la primera circulación han servido de mucha importancia pues nos ha facilitado el trabajo.

Se analizaron teóricamente y estadísticamente las evaluaciones de los expertos y se ponen a consideración las opiniones, en una segunda circulación.

Se mantiene como objetivo perfeccionar con el uso del método de consultas de expertos, pero sus opiniones son de gran importancia.

E1- Muy importante para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

E2- Importante para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

E3- Útil para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

E4- Poco importante para alcanzar el tan ansiado manejo forestal sostenible.

C e l		E1	E2	E3	E4
Principio 1	La satisfacción del ser humano aumenta.				
(P1)	(S) (PIG)				
Criterio	La responsabilidad de los administradores				
1.1 (C1)	forestales principales está bien definida. (S) (PIG)				
Indicador	Se tienen en cuenta normas para				
1.1.2 (I2)	conocer el nivel de protección de los				
	trabajadores.(S)(PIG)				
Verificador	El salario medio mensual por trabajadores.				
1.1.1.1(V1)	(S)(PIG)				

Verificador	Ocurrencia de accidentes y muertes en
1.1.2.1 (V2)	el trabajo. (S) (PIG)
Principio 2	El manejo forestal para la especie se
(P2)	asegura. (MF) (PIG)
Criterio	El manejo forestal orientado hacia la
2.1 (C2)	conservación y sanidad de la especie bien definida (MF) (PIG)
Indicador	Superficie y porcentaje de área para la especie
2.1 (I4)	afectada por diferentes causas. (MF) (PIG)
Verificador	Plagas y enfermedades (CIFOR, 1999;
2.1.2.1 (V6)	Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Verificador	Causas naturales ejemplo: Vientos
2.1.2.2 (V7)	huracanados. (MF) (PIG)
Criterio	Superficie y porcentaje de área para la especie que
2.3 (C3)	necesitan tratamiento y fomento de plantaciones b definidas. (MF) (PIG)
Indicador	Tratamientos silvícolas (CIFOR, 1999;
2.3.1 (I5)	Castañeda, 2003; Herrero, 2005). (MF)
Verificador	Aclareos en los tallos de la especie
2.3.1.2 (V9)	desde el centro del plantón hacia la periferia del mismo. (MF) (PIG)
Criterio	Control de actividades de la plantación para
2.4 (C4)	asegurar la coherencia con el plan de manejo para especie. (MF) (PIG)
Indicador	Implementación de la tala (de existir alguna)
2.4.1 (I6)	coherente con el programa planificado. (MF) (PIG)
Verificador	Talas ilegales de la especie. (MF) (PIG)
2.4.1.1 (V11)	

Criterio	Cobertura Forestal (CIFOR, 1999; Castañeda,
2.5 (C5)	2003; Herrero, 2005). (MF) (FP)
Indicador	Total de área cubierta por la especie,
2.5.1 (I7)	(TAC por la especie en ha) (Herrero, 2005) (MF) (FP)
Verificador	Superficie ocupada por la especie. (MF) (PIG)
2.5.1.1 (V12)	
Principio 3	La regeneración y el ecosistema se
(P3)	mantiene. (E) (PIG)
Criterio	Mantenimiento del ecosistema como medio de
3.1 (C6)	mantener la vida. (E) (PIG)
Indicador	Protector de las aguas y suelos. (E) (PIG)
3.1.1 (I9)	
Verificador	Análisis granulométrico del suelo.(E)(PIG)
3.1.1.1 (V14)	
Verificador	Aspectos de autoecología de la especie.(E) (PIG)
3.1.1.2 (V15)	

Leyenda: S- Socioeconómico, MF-Manejo Forestal, E- Ecológico, PIG- Por iniciativa del grupo FP- Fuente de publicación

Anexo 12. Características del grupo de expertos consultados acerca de los C e I del Manejo Forestal Sostenible.

No	Grado o Título	Categoría Docente o Investigativa	Años de experiencia Forestal	K	Región Origen/sexo	Conocimiento del sitio	Competencia del experto
1	Ingeniero	Especialista	15	0,65	Cuba/M	Bueno	Bajo
2	Ingeniero	Especialista	5	0,65	Cuba/M	Bueno	Bajo
3	Ingeniero	Especialista	29	0,32	Cuba/M	Bueno	Bajo
4	Ingeniero	Agregado	11	0,6	Cuba/F	Regular	Bajo
5	Doctor	Auxiliar	16	0,9	Cuba/M	Bueno	Alto
6	Ingeniero	Especialista	29	1	Cuba/M	Bueno	Alto
7	Ingeniero	Especialistas	18	0,91	Cuba/M	Bueno	Alto
8	Ingeniero	Especialistas	20	0,95	Cuba/M	Bueno	Alto
9	Master	Especialista	16	0,86	Cuba/F	Bueno	Alto
10	Ingeniero	Especialista	25	0,95	Cuba/M	Bueno	Alto
11	Ingeniero	Especialista	19	0,95	Cuba/M	Bueno	Alto
12	Ingeniero	Especialista	16	0,81	Cuba/M	Bueno	Alto
13	Ingeniero	Especialista	20	0,86	Cuba/M	Bueno	Alto
14	Técnico	Especialista	26	0,9	Cuba/M	Bueno	Alto
15	Ingeniero	Especialista	18	0,6	Cuba/M	Bueno	Bajo

Nota: Por razones éticas no se publican los nombres de los expertos seleccionados.

Anexo 13. Valores de la mediana del conjunto principal en la primera y segunda circulación a los expertos.

Tabla 14. Valores de la mediana del conjunto principal en la primera y segunda circulación a los expertos.

		1.00	2.00
C1	Mediana	2	1
C2	Mediana	4	4
C3	Mediana	2	3
C4	Mediana	3	4
C5	Mediana	4	4
C6	Mediana	3	3
I1	Mediana	2	.
I2	Mediana	3	3
I3	Mediana	3	.
I4	Mediana	3	3
I5	Mediana	3	4
I6	Mediana	3	3
I7	Mediana	4	4
I8	Mediana	4	.
I9	Mediana	4	4
P1	Mediana	3	3
P2	Mediana	4	4
P3	Mediana	4	4
V1	Mediana	2	4
V10	Mediana	4	.
V11	Mediana	3	3
V12	Mediana	3	3
V13	Mediana	3	.
V14	Mediana	4	4
V15	Mediana	4	4
V2	Mediana	3	3
V3	Mediana	2	.
V4	Mediana	2	.
V5	Mediana	2	.
V6	Mediana	3	4
V7	Mediana	3	4
V9	Mediana	4	4

ABREVIATURAS

CATIE- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CIFOR- Centro de Investigación Forestal Internacional.

CNUMAD- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

CITMA- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

CIGEA- Centro de Información Gestión y Educación Ambiental.

DMPF- Dirección Municipal de Planificación Física.

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GEAM- Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña.

INBAR- Red Internacional de Bambú y Ratán.

INSMET- Instituto de Meteorología.

IPCC- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos.

ITTO- Organización Internacional de Madera Tropical.

MINAG- Ministerio de la Agricultura.

ONE- Oficina Nacional de Estadísticas.

USDA- Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América.

WWF- Fondo Mundial para la Naturaleza.

IUCN- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.